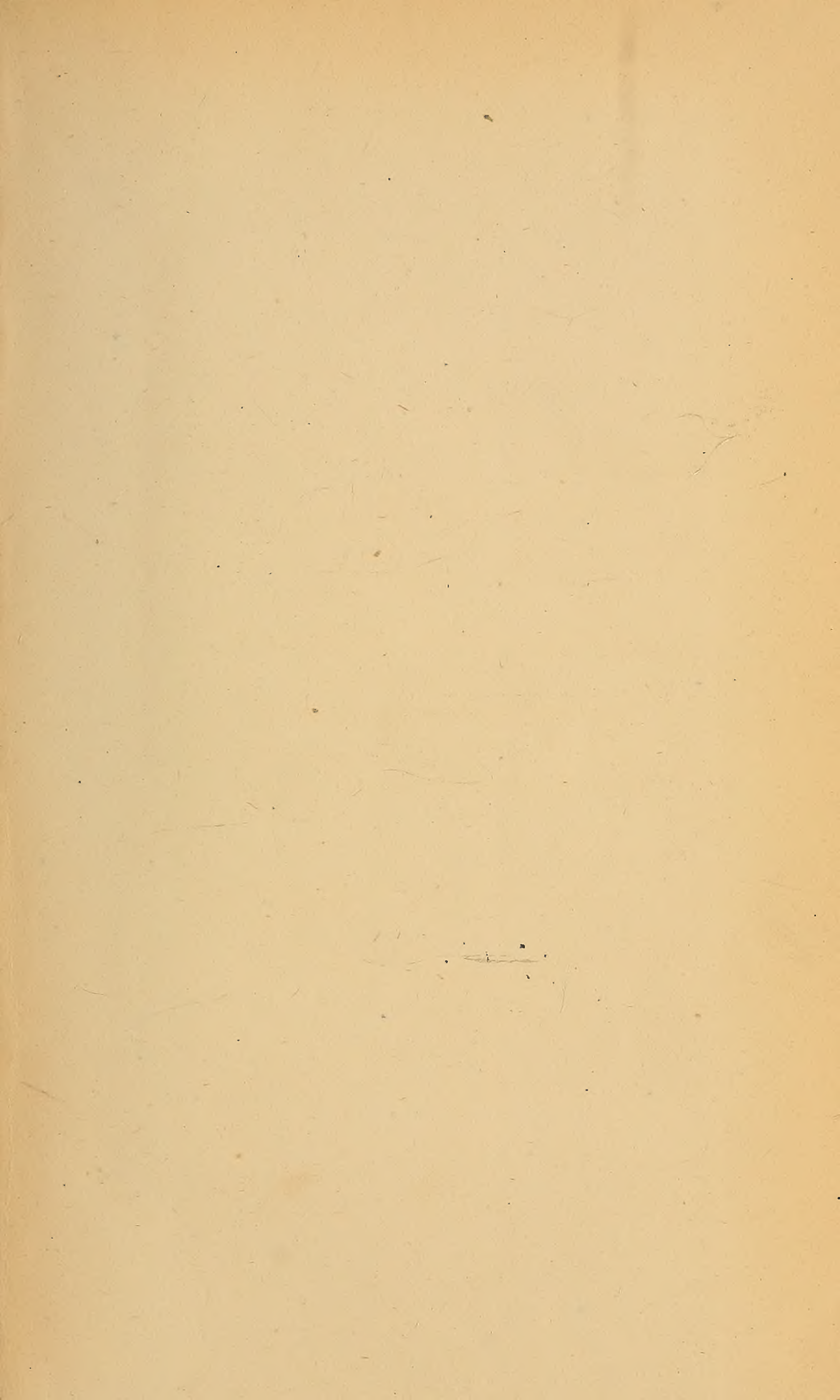
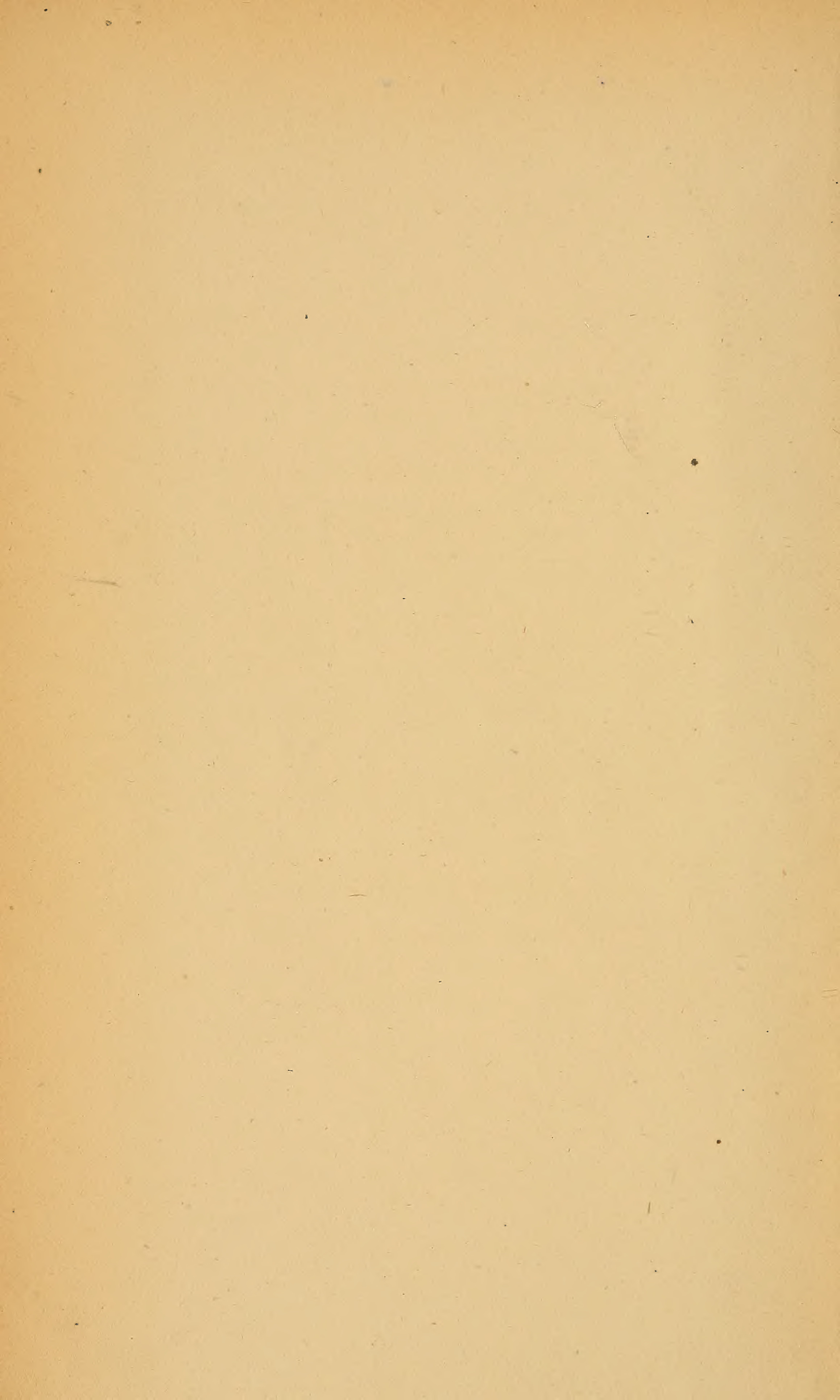






ARCHIV

FÜR

ANATOMIE, PHYSIOLOGIE

UND

WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

D^R. CARL BOGISLAUS REICHERT,

PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN,

UND

D^R. EMIL DU BOIS-REYMOND,

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

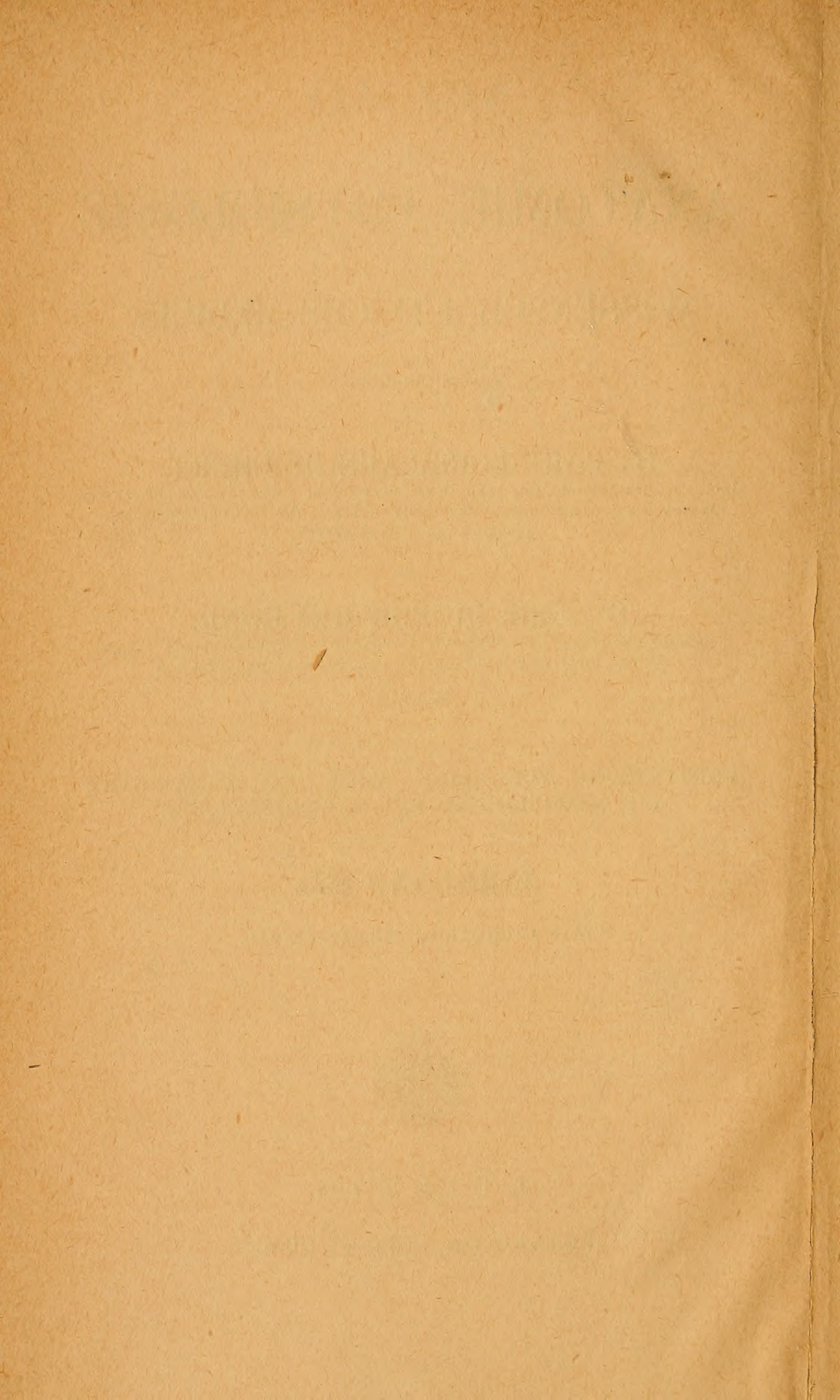
JAHRGANG 1873.

Mit sechszehn Kupfertafeln.



LEIPZIG.

VERLAG VON VEIT ET COMP.



Inhaltsverzeichniss.

Ueber den Kohlensäure-Gehalt des Harns im Fieber.

Von

Dr. C. Anton Ewald,

Assistent an der medicinischen Universitätsklinik in Berlin.

Die Grösse der CO_2-Ausscheidung im fieberfreien und fieberhaften Zustande ist als wesentliches Glied des Gesammt-Stoffwechsels in jüngster Zeit theils direct theils auf indirectem Wege bestimmt worden.

Entgegen den älteren Experimentatoren (Hannover, Scharling, Lehmann, Malcolm) haben die mit verbesserten Methoden angestellten Versuche von Liebermeister und Leyden eine Steigerung der CO_2-Exhalation des fiebernden Menschen von nahezu $1\frac{1}{2}:1$[1]) ergeben, wodurch die Frage nach dem erhöhten Umsatz der Stoffwechsel-Constituenten im Fieber auch von Seiten der gasförmigen Endproducte im bejahenden Sinne entschieden sein würde. Freilich ist ein gleiches Resultat für das, was wir beim Thiere Fieber nennen — die künstlich erhöhte Temperatur — nicht erreicht worden, sondern so-

1) Leyden: „Ueber die Respiration im Fieber." Deutsches Archiv für klinische Medicin. VII. S. 555.

wohl Leyden[1]) als besonders Senator[2]) haben in ihren Publicationen gezeigt, dass, zumal bei Hunden, eine Steigerung der CO_2-Production entweder gar nicht vorhanden ist oder nur sehr unerheblich und inconstant vorkommt.

Die principielle Wichtigkeit der Frage lässt es wünschenswerth erscheinen, die oben angeführten positiven Resultate von allen Seiten her zu stützen und durch eine neue mit anderen Methoden angestellte Versuchsreihe und zwar am fiebernden Menschen zu erhärten. Denn die Differenz der Resultate zwischen Mensch und Thier weist ja augenscheinlich darauf hin, dass hier individuelle Eigenthümlichkeiten mitspielen, beziehungsweise dass wir nicht in Stande sind, den fieberhaften Process beim Thiere so genau zu reproduciren, dass sich für die uns vorliegende Frage die bei letzteren gewonnenen Ergebnisse auf erstere übertragen liessen.

Dabei war es mir um das Factum selbst zu thun und ich habe von einer Erörterung der sich daran knüpfenden und vielfach ventilirten Fragen über den Zusammenhang zwischen gesteigerter Ausfuhr und erhöhter Production, zwischen vermehrtem Umsatz und gesteigerter Wärmebildung, dem Wesen meiner Untersuchungsreihe nach vollständig Abstand genommen.

Man hat bisher, als Nächstliegendes, nur die Exspirationsluft auf ihren CO_2-Gehalt untersucht und den Gasgehalt der übrigen Secrete unbeachtet gelassen. Nach dieser Richtung existirt, abgesehen von einer unzulänglichen Versuchsreihe Koppe's über Ammoniak-Ausscheidung durch die Nieren[3]), für die CO_2 nur eine merkwürdige Beobachtung Planer's[4]), welcher bei seinen Untersuchungen

---

1) Leyden a. a. O.

2) Senator „Beiträge zur Lehre von der Eigenwärme und dem Fieber." Virch. Arch. XXXV. „Ueber Wärmebildung und Stoffwechsel im gesunden und fieberhaften Zustande." Centralblatt für die med. Wissensch. 1871. No. 47 u. 48.

3) H. Koppe „über Ammoniak-Ausscheidung durch die Nieren." Petersburger med. Zeitschr. XIV. 2; Referat im Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1868. S. 748.

4) Zeitschr. d. k. k. Gesellschaft d. Aerzte zu Wien. 1859. S. 465 u. ff.

der Harngase eine excessive Vermehrung der CO_2 im Harne eines heftig Fiebernden constatiren konnte. Während die CO_2 des Harns nach seinen Bestimmungen zwischen 4·7 bis 11·6 % bei 0° C. und 1 M. Druck schwankt, war sie in dem erwähnten Fall auf 23·6 % gestiegen. Diese Zahlen können, wie Pflüger[1]) gezeigt hat, keinen Anspruch auf absolute Richtigkeit machen, was der mangelhaften Methode Planer's beizumessen ist, dennoch sind die erhaltenen Differenzen so gross, dass sie zu einer Prüfung des Sachverhaltes auffordern.

Ich unternahm es daher einige Untersuchungen nach dieser Richtung hin anzustellen, da mir bei Gelegenheit einer anderen Arbeit ein Theil der nöthigen Apparate von Herrn Geh. Rath Reichert zur Verfügung gestellt, sowie die Benutzung des Laboratoriums der Anatomie gestattet wurde. Ihm hierfür meinen Dank auszusprechen ist mir eine angenehme Pflicht.

Die Auspumpung des Harns geschah unter Luftabschluss mit der Quecksilber-Luftpumpe.

Die Pumpe, deren ich mich bediente, ist nach dem Modell der von Pokrowsky[2]) beschriebenen modificirten Pflüger'schen Pumpe construirt, nur in allen ihren Theilen von etwas grösseren Dimensionen, so dass das Schaumgefäss einen Inhalt von 810 Cc., der Blutrecipient einen solchen von 220 Cc. fasst. Die Construction derselben gewährt den Vortheil, den ausgepumpten luftleeren Recipienten abnehmen und das Einlassen der zu untersuchenden Flüssigkeit an einem entfernten Orte vornehmen zu können. Ich überzeugte mich durch einen Vorversuch und konnte im Laufe gerade dieser Untersuchung leicht controlliren, dass der Recipient ohne Luftzutritt vom Laboratorium nach den Krankensälen und zurück getragen werden konnte, wofür freilich die erste Bedingung die sorgsamste Reinigung und das sorgfältigste Schmieren der Schliffe ist.

1) Pflüger „die Gase der Secrete.“ Pflüger's Archiv III. S. 156 u. ff.

2) Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1866. No. 16.

Denn da der Harn, wie schon Planer angegeben, später Pflüger und jetzt auch ich bestätigt haben, nur Spuren von O und N enthält, so musste jeder grössere Gehalt an diesen Gasen auf eingedrungene Luft bezogen werden.

Der untere im rechten Winkel gebohrte Hahn des luftleeren Recipienten wurde durch einen kurzen Gummischlauch luftdicht mit einem silbernen Katheter verbunden, letzterer bei der Stellung des Hahns, bei welcher die Flüssigkeit nach Aussen abfliessen kann, in die Blase eingeführt und theils durch Senken des Katheters, theils durch willkürliches Harnlassen des betreffenden Individuums die Luft aus Katheter, Schlauch und Hahn verdrängt. War genügend Harn zur specifischen Gewichtsbestimmung, die meist mit einem Piknometer geschah, abgeflossen, so wurde durch Drehung des Hahns um 180° der Harn unter lebhaftem Aufschäumen in den Recipienten eingelassen. Eine etwa 70 Cc. anzeigende Marke regelte die ungefähre Menge der Flüssigkeit. Dabei ereignete es sich mehrfach, dass im Fieber die Menge des Harns in der Blase nicht ausreichte, ein Umstand, der manchen Versuch schon im Beginn vereitelte, während andere in der Folge durch ungenügendes Aufsammeln des Harns u. s. w. verdorben wurden. Es sind daher in der Tabelle nur die fehlerfreien Versuche aus einer grösseren Anzahl von Bestimmungen enthalten. War die nöthige Füllung des Recipienten erreicht, so wurde nach möglichst schneller Abtrennung des Gummischlauches, Austrocknen der Hahnbohrung und Rückkehr in's Laboratorium, der Recipient bis auf's Centigramm gewogen, wieder in das Schaumgefäss der Pumpe eingesetzt und die geringe Menge Luft zwischen den Hähnen des Schaumgefässes und des Recipienten ausgepumpt, während gleichzeitig letzterer im Wasserbade auf 40° C. erwärmt wurde.

Die Differenz zwischen dem bekannten Gewicht des leeren Recipienten und dem des gefüllten ergab das Gewicht, der Quotient aus specif. Gewicht in dasselbe das Volumen des verwandten Harns. Die ganze Manipulation von der ersten Abnahme des Recipienten bis zu dem Beginn des eigentlichen Auspumpens nahm zwischen 20 und 25 Minuten in Anspruch,

wobei 10′ auf den Hin- und Herweg zu rechnen sind, so dass der Harn etwa 15′ bei Lufttemperatur im Recipienten war. Dies kann auf das Verhalten der CO_2 keinen Einfluss üben; da aber eine Sauerstoffzehrung im Harn nicht stattfindet, so glaube ich die Methode für vorliegende Versuche als vorwurfsfrei betrachten zu können.

Die eigentliche Entgasung geschah alsdann in gewöhnlicher Weise. Hatte sich nach viertelstündigem Warten kein Gas mehr entwickelt, so wurde zur Entfernung der gebundenen CO_2 durch den unteren Hahn des Recipienten unter denselben Cautelen wie beim Auffangen des Harns ausgekochte Phosphorsäure zugesetzt. Es wurde hierdurch in allen Harnen, gleichviel ob sie von Fiebernden oder Fieberlosen stammten, nur Spuren, die im höchsten Fall 0·6—0·8 % betragen mochten, entbunden. Ich habe sie nur in einem Versuche besonders bestimmt, in den anderen zu der übrigen CO_2 hinzugefügt, weil etwaige Differenzen innerhalb der Beobachtungsfehler gelegen hätten; in allen Versuchen aber die Phosphorsäure erst gegen Ende zugesetzt, weil ich mich von dem Gedanken des Einflusses der stärkeren oder schwächeren Acidität des Harns auf die freie und gebundene CO_2 nicht lossagen konnte. Das gewonnene Gas wurde dann nach den üblichen gasanalytischen Methoden bestimmt.

Da Sauerstoff und Stickstoff in so minimalen Mengen im Harn enthalten sind, dass von dieser Seite her keine Veränderung des Stoffwechsels zu erwarten ist, oder aber die gefundene in die Beobachtungsfehler fallen würde, so habe ich mit Ausnahme einer Analyse, die mir gewissermassen als Controlle dienen sollte, nur die Kohlensäure gemessen.

Ich gebe in Folgendem die speciellen Daten besagten Versuches, der zugleich der erste Fieberversuch war und als solcher mitverwerthet ist.

Dem Patienten, einem kräftigen Mann von 20 Jahren am 3. Tage des ersten Recurrens-Anfalles mit einer Morgentemperatur von 39·5° C., wird gegen 12 h. Mittags in beschriebener Weise Harn zur Analyse entnommen. Das Frühstück hatte

aus Kaffee und einer Semmel bestanden, die letzte Harnentleerung war um 6 h. früh erfolgt.

Gewicht des Harns	=	63·58 Grm.
Spec. Gewicht	=	1·015
Volumen d. Harns	=	62·64 Cc.

Stark sauer, rothgelb mit leicht wolkigem Sediment und sparsamen Uraten. Dauer der Auspumpung 3½ Stunde. Dann Zusatz von Phosphorsäure.

Gas vor Zusatz der Phosphorsäure in Cubikcentimetern bei 0° und 1. M. Druck.[1])

Anfangs-Volumen	10·82.
Nach Zusatz von H	15·93
Nach Absorpt. d. CO_2	5·66
Den ganzen Rest übergeführt in Eudiometer R	5.60
Nach Zusatz Knallgas und Verpuffen	5·51

Folglich sind

	in 62·64 Cc.	in 100 Cc.
CO_2	10·82	16·4
Θ	0·03	0·047
N	0·52	0·83

Nach Zusatz von Phosphorsäure gewonnenes Gas:

Gasblase + H	4·53
Nach CO_2-Absorption	4·32

folglich

	in 62·64 Cc.	in 100 Cc.
CO_2	0·21	0·33.

Weitaus die grösste Menge Gas entwich in diesem wie in den späteren Versuchen gleich Anfangs — es musste sich ja in der Zeit zwischen Auffangen des Harns und Beginn der eigentlichen Auspumpung die Tension im Recipienten vollständig ausgeglichen haben — die übrige Zeit traten trotz des heftigen Kochens des Harns nur kleine Gasblasen über. Dies stimmt mit Pflüger's Angaben überein und habe ich ein ähnliches Verhalten auch beim Entgasen unter Luftabschluss aufgefangener seröser Flüssigkeiten und Eiters beobachtet.

1) Ich gebe nur die reducirten Volumina, da die übrigen Daten ohne Kenntniss der Calibrirungstabelle werthlos sind.

Die Mittelzahlen aus Pflüger's zwei Harnanalysen ergeben:

Ausgepumpte CO_2	13·95 %
Durch PO_5 austreibbare	0·43 „
Sauerstoff	0·07 „
Stickstoff	0·90 „

Ich habe für Θ und N fast identische Werthe erhalten und also den Mangel dieser Gase auf's Neue bestätigt. Der hohe CO_2-Werth aus einem Fieberharn gewonnen, wird in der Folge zu erörtern sein.

Die Menge der mit einem Versuche verbundenen Nebenarbeiten machte es mir unmöglich, eine fortlaufende Reihe von Bestimmungen bei einem Individuum zu machen. Ich habe mich darauf beschränken müssen, zwei Analysen, eine während des Fiebers und eine in der Apyrexie, anzustellen und durch möglichste Variation der Versuchstage einen Ueberblick über den gesammten Verlauf zu erhalten.

Neben der CO_2 bestimmte ich noch den Harnstoff um den Gang der beiden Ausscheidungen mit einander vergleichen zu können.

Daher wurde der Harn bei jedem Versuch an 3 aufeinanderfolgenden Tagen, deren mittelster der eigentliche Versuchstag war, gesammelt und der $\overset{+}{U}$ bestimmt Dies genügt um zu sehen, an welchem Punkt der durch frühere Untersuchungen hinreichend bekannten $\overset{+}{U}$-Curve die Auspumpung vorgenommen wurde. Die Chloride wurden zum Zweck der genaueren Harnstoff-Titrirung stets mitbestimmt, die Phosphorsäure — nach den Untersuchungen Riesenfeld's dem $\overset{+}{U}$ fast parallel laufend — und die Acidität des Harns nicht berücksichtigt.

Denn da der grössere oder kleinere Säuregrad des Harns nur von Einfluss auf das Verhältniss zwischen freier und gebundener CO_2 sein kann, aus den oben angeführten Thatsachen aber hervorgeht, dass der Säuregrad aller Harne ausreichte, sämmtliche CO_3 bis auf Spuren auszutreiben und deshalb nur die gesammte CO_2 bestimmt wurde, habe ich mich darauf beschränkt, die Reaction mit Lakmuspapier zu prüfen. Sämmtliche Harne reagirten sauer, mit Ausnahme von Radde und Steinborn im Fieber erheblich stärker als in der Apyrexie.

Der Harn wurde an Versuchstagen kurz nach 12h. d. h. dicht vor dem Mittagsessen aufgefangen, war also Morgenharn. Die Diät war die in der Charité als IIIb. extra bezeichnete, bestehend in Suppe, Braten, Hülsenfrüchten und Weissbrod. Das Frühstück bestand in Milch oder Kaffee und einem Milchbrod. Während der Apyrexie oder in der Reconvalescenz wurde dem noch eine Flasche Bier und eine Portion Braten zugefügt. Für diese Diätform ist die mittlere Harnstoffausfuhr für einen leicht erkrankten fieberfreien Mann bei Zimmeraufenthalt von Schultzen[1]) auf 19·64 Grm bestimmt worden. Wir werden also diesen Werth unseren Ergebnissen zu Grunde legen können. Die Therapie bestand in verdünnten Mineralsäuren (Acid. phosphor. Solut. 2·0: 200·0) und wurde gleichmässig während des ganzen Verlaufs beibehalten. Ausgenommen hiervon sind nur die beiden Pneumonien, welche ein schwaches Ipecacuanha-Infus erhielten.

Sämmtliche Personen waren ihrem Alter entsprechend gut entwickelt und wurden abgesehen von leichtem Nasenbluten, Bronchokatarrh u. s. w. erhebliche Complicationen nicht beobachtet.

Die übrigen Daten enthält die beistehende Tabelle.

Dieselbe, welche den 2., 3., 4., 8. und 10. Fiebertag verschiedener acuter Krankheiten (Recurrens, Typhus abdominalis, Pneumonie) umfasst, zeigt auf das Deutlichste, dass für ein und dasselbe Individuum und unter annähernd gleichen äusseren Verhältnissen (Diät, Bettruhe bez. Zimmeraufenthalt) der Gehalt des Harns an CO_2 im Fieber verglichen mit der fieberfreien Zeit vermehrt ist. Mit alleiniger Ausnahme von Fall IV entspricht der hohen Temperatur der hohe CO_2-Werth und selbst wo die procentische Zahl kleiner ist, stellt sich durch die stärkere Diurese das 24. h.-Verhältniss zu Gunsten des Fiebers her (V. Analyse[2]).

---

1) Schultzen „Ueber den Stickstoff-Umsatz bei Febris recurrens“ Charité-Annalen, XV. 1869.

2) Es ist dies einer der bei der letzten Epidemie von Typhus recurrens häufiger beobachteten Fälle mit reichlichem blassen niedrig ge-

Name	Dat.	Harnmenge.	Sp. Gew.	React. Farbe u. s. w.	$\overset{+}{U}$. 24 h.	Chl. 24 h.	CO_2 %	CO_2 24 h.	Temper. Morg.	Temper. Abds.	Bemerkungen.
I. Schultz 26 Jahr.											
	4/11.	1200	1013	st. sauer, gelbroth,	20·15	0·51			39·6	40·1	Typh. recurr. 1. Anfall.
	5/11.	**1056**	**1015**	wenig Sediment.	**35·52**	**1·1**	**16·4**	**173·18**	**39·5**	**39·9**	Keine Complicat. Am
	6/11.	970	1012	Kein Alb.	31·37	1·37			40·1	40·8	24/11. 3. Fiebertag.
	13/11.	900	1012	schw. sau. hellgelb	28·10	4·5			36 5	37·0	Am 13/11. 6. Tag nach
	14/11.	**1500**	**1010**	klar, leicht wolk. Se-	**23·05**	**10·3**	**9·7**	**145·5**	**36·9**	**37·0**	dem 1. Abfall.
	15/11.	1580	1009	diment.	23·70	6·8			37·0	41·1	
II. Mau. 23 Jahr.											Febr. recurr. Am 15/11.
											6. und letzter Fiebertg.
	15/12.	—	—		3·51 %	0·42%			40·5	37·7	des 1. Anfall. Im Abfall
	16/12.	**1480**	**1015**	schw. sau. klar, hell-	**23·10**	**3·6**	**8·52**	**126·09**	**36·4**	**35·9**	starker Schweiss und
	17/12.	1400	1010	gelb.	25·43	3·0			36·6	36·6	Erbrechen.
	25/12.	—	—		—	—			—	39·4	Am 25/12. 1. Fiebertag
	26/12.	1100	1021	stark sau. rothgelb.	33·74	0·92			39·8	40·5	d. 2. Anfalls.
	27/12.	**1470**	**1014**	Viel Urate.	**33·64**	**1·15**	**13·13**	**193·0**	**40·6**	**40·8**	
	28/12.	1570	1014		41·23	1·36			35·6	37·2	

Name.	Dat.	Harn-menge.	Sp. Gew.	React., Farbe. u. s. w.	Ū. 24 h.	Chl. 24 h.	CO_2 %	CO_2 24 h.	Temper. Morg.	Temper. Abds.	Bemerkungen.
III. Berndt 18 Jahr.											
	11/1.	4750	1007	schw. sauer. klar hell-	20·27	2·8			36·8	37·2	Febr. recurr. Am 11/1
	12/1.	**2300**	**1009**	gelb.	**16·79**	**2·0**	**5·93**	**136·4**	**37·3**	**37·0**	8. Tag nach d. Ab-
	13/1.	3100	1009		18·36	1·89			37·5	39·6	fall des 1. Anfalls.
	15/1.	1300	1011	schw. sauer trübe	33·67	1·28			40·0	40·7	Am 15/1. 2. Tag des II.
	16/1.	**1500**	**1013**	rothgelb. Viel	**25·50**	**0·45**	**12·79**	**191·8**	**39·1**	**40·0**	Anfalls. Keine Muskel-
	17/1.	1000	1012	Urate	28·76	0·97			38·8	35·4	schmerz. Gut. Appetit.
IV. Jesper. 31 Jahr.											
	13/2.	1350	1012	Klar gelb, schw.	30·09	1 3			36·8	38·0	Febr. recurr. Am 12/2
	14/2.	**1370**	**1015**	sauer.	**42·61**	**3·4**	**12·53**	**171·7**	**37·5**	**36·6**	Abfall des 1. Anfalls.
	15/2.	900	1020		28·62	0·9			36·5	37·0	Starkes Nasenbluten.
	22/2.	3100	1009	Klar. Leicht gelb-	25·35	—			—	41·1	Am 22/2. Mittags Kopf-
	23/2.	**1400**	**1015**	roth st. sauer.	**20·8**	**14·0**	**9·28**	**129·9**	**39·6**	**41·0**	schmerz. Kein Frost.
	24/2.	1300	1009		22·2	5·8			38·0	36·1	

V. Radde. 28 Jahr.	4/3.	—	—		—	—			36·5	36·5	Typh. recurr. Am 3/3. Abfall des 1. 10 täg. Anfalls.
	5/3.	**1100**	**1010**	schw. sauer. klar gelb.	**20·31**	**15·4**	**10·84**	**119·2**	**36·5**	**37·2**	
	6/3.	1200	1017		24·1	9·3			36·8	37·0	
	11/3.	1115	1012	schw. sauer. hell gelb m. wolk. Sediment.	24·26	2·8			39·0	40·8	11/3. 3. Tg. im 2. Anfall.
	12/3.	**1755**	**1008**		**32·81**	**1·66**	**7·80**	**166·89**	**39·6**	**40·6**	
	13/3.	1870	**1008**		29·32	1·06			40·0	41·0	
VI. Winter 32 Jahr.	22/1.	1450	1017	st. sauer. roth. Wenig Urate. Spur Album.	35·71	12·51			40·7	40·1	Typh. abdominal. Am 22/1. 10. Krankheitstg. Keine Complication. Träger Stuhlgang. Am 2/3. letzter Fiebertg. e. heftig. Recidivs. Complication ausser mässigem Bronchocatarrh niemals dagewesen.
	23/1.	**1320**	**1014**		**32·63**	**6.3**	**13·21**	**178·5**	**39·7**	**39·7**	
	24/1.	980	1019		38·63	6·7			39·0	39·5	
	2/4.	1660	1010	hellgelb sch. sauer.	23·72	—			—	—	
	3/4.	**1675**	**1005**		**21·96**	—	**7·39**	**123·8**	—	—	
	4/4.	1780	1005		15·03	—			—	—	
VII. Steinborn. 36 Jahr.	18/3.	—	—						39·3	40·9	Pneumon. lob. infer. sinistr. Am 18/3. 8. Krankheitstg. Starke Dyspnoe, mässiger Auswurf. Am 21/3. Abends Abfall, seitdem anfangs subnormale, später normale Temp. Ueb. d. Lungen k. Dmpfg. H. L. U. sparsame mittelgrossbl. Rasselger. k. subject. Beschwerden.
	19/3.	**1060**	**1021**	roth, klar st. sauer.	**56·27**	**0·98**	**34·28**	**363·5**	**39·9**	**40·2**	
	20/3.	1960	1020		56·60	1·02			40·0	40·3	
	30/3.	1200	1007	hellroth, st. sauer.	11·52	—			—	—	
	31/3.	**1350**	**1013**		**19·58**	—	**7·01**	**108·7**	—	—	
	1/4.	1515	1016		23·48	—			—	—	

Die bezüglichen Werthe schwanken übrigens innerhalb sehr weiter Grenzen vom — 1·2 bis 3·3 fachen — so dass es sich bei der geringen Zahl der Analysen verbietet, bestimmte Verhältnisszahlen daraus ableiten zu wollen.

In dem oben erwähnten Ausnahmefall IV wurde die Harnuntersuchung am 2. Tage nach dem 1. Abfall des Rückfallfiebers und wie die Ū-Bestimmung lehrt, am letzten Tage der gerade hier sehr ausgeprägten sogenannten epikritischen Ausscheidung vorgenommen. Hier fällt der höhere CO_2-Werth in die fieberfreie Zeit und wird während des folgenden Anfalls nicht wieder erreicht Die CO_2 überschreitet also ganz analog dem Verhalten des $\overset{+}{U}$ noch über den Temperaturabfall hinaus die für die fieberfreie Zeit gefundenen Mittelwerthe, während sie in der Fieberperiode bei gleichzeitigem Zurückbleiben des $\overset{+}{U}$ die in den übrigen Fällen für das Fieber gefundenen Zahlen weitaus nicht erreicht. Dies Verhalten, welches für den Harnstoff durch frühere Untersuchungen bekannt und gesichert ist, führt uns zu einem zweiten Ergebniss der Analyse, der Gleichmässigkeit im Gange der Harnstoff- und CO_2-Ausscheidung. Die CO_2 steigt und fällt mit der Curve des Harnstoffs bis zu dem eben erwähnten Grade. Auch bei Planer[1]) findet sich, wenn man aus den Procentzahlen schliessen darf, ein ähnliches Verhältniss. Stellt man seine Zahlen nach dieser Richtung hin — welche er selbst unberücksichtigt gelassen hat — zusammen, so zeigen sie, dass sein höchster Harnstoff- dem höchsten CO_2-Werth, sein kleinster dem niedrigsten entspricht. Wenn die übrigen Zahlen sich nur sehr annähernd dem entsprechend gruppiren, so ist zu bedenken, dass einige der Werthe durch therapeutische Eingriffe modificirt sind, bei anderen die 24 h.-Menge, seinen eigenen Angaben zufolge, wahrscheinlich eine grössere Regelmässigkeit erkennen lassen würde. Bei meinen Ergebnissen tritt dieselbe jedenfalls viel deutlicher

---

stellten Harn während des Fiebers. Dergleichen sind schon von Unruh (Ueber Stickstoff-Ausscheidung in fieberhaften Krankheiten. Dissertat. Königsberg) beobachtet.

1) A. a. O.

hervor, obgleich auch hier eine strenge Proportionalität nicht stattfindet.

In den beiden folgenden Stäben gebe ich Planer's Procentzahlen (auf 0° und 1 M. berechnet) und meine 24 h. Mengen.

$\overset{+}{U}$	CO_2	$\overset{+}{U}$	CO_2
in %		in 24 h.	
1·54	5·01	56·27	363·5
1·37	4·78	42·6	171·7
2·43	11·56	35·5	173·2
1·44	11·60 [1])	33·6	193·0
0·68	3·71	32·8	166·9
3·5	23·60	32·6	178·5
3·5	12·80 [2])	25·5	130·4
1·03	14·66 [3])	23·1	126·0
		23·1	145·5
		21·9	123·8
		20·8	129·8
		20·3	119·2
		19·6	108·7
		16·8	136·4.

Dieser Parallelismus hat nichts Sonderbares, wenn wir uns erinnern, dass ein Theil der gebildeten CO_2 unzweifelhaft durch Oxydation der Albuminate entsteht, bei welcher sich stickstoffhaltige und stickstofflose Producte bilden, letztere aber schliesslich CO_2 und H_2O sind. Ein anderer Theil aber — und dieser ist bisher hauptsächlich betont worden [4]) — entsteht durch Verbrennung der Kohlenwasserstoffe und Fette. Er ist in der That im Stoffwechsel des Gesunden der grössere, und man hat desshalb die Mehrbildung von CO_2 im Fieber hauptsächlich auf ihn bezogen, obgleich doch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, dass der im Fieber hinzutretende Theil nur durch vermehrten Umsatz der stickstoffhaltigen Bestandtheile

1) Nach Genuss von saurem weinsaurem Kali.
2) Emphysematiker mit leicht. Fieber.
3) Diabetes insipidus mit täglich. Harnmenge von 9—11 Litr.
4) So spricht Leyden in seiner oben citirten Respirationsarbeit nur von der Umwandlung der Fette und Kohlenwasserstoffe in CO_2.

gebildet wird. Der stringente Beweis für die eine oder die andere Annahme ist noch nicht geliefert, und auch die vorliegenden Versuche bleiben ihn schuldig. Aber die in der kleinen Tabelle ersichtlichen Abweichungen in der Proportionalität des Harnstoffs und der Kohlensäure sprechen dafür, dass letztere aus zwei bis zu einem gewissen Grade von einander unabhängigen Quellen entstehen muss. Wir sind daher vorläufig vollkommen berechtigt, beide Factoren an der Mehrbildung der CO_2 Theil nehmen zu lassen, und von diesem Gesichtspunkt aus sind die vorliegenden Resultate als der Ausdruck des gesteigerten Gesammt-Stoffwechsels im Fieber zu betrachten.

Der Harn bezieht nehmlich seinen Kohlensäure-Gehalt einmal aus dem Blut, während des Filtrationsprocesses in den Nieren — und dieser Theil befindet sich, wie aus dem langsamen Abdunsten gegen das Vacuum hervorgeht, im Zustande einer lockeren chem. Verbindung — dann aber auf dem Wege der Absorption durch den Ausgleich der CO_2-Spannung zwischen der Wand der Blase und ihrem flüssigen Inhalt. Strassburg's[1]) tonometrische Untersuchungen haben für den Harn eine CO_2-Spannung erwiesen, welche die des Blutes weit übertrifft. Dieses Plus muss aus einer anderen Quelle stammen, und diese ist in dem Gewebe der Harnwege enthalten.. Denn es ist durch die Forschungen Pflüger's und seiner Schüler zur Gewissheit erhoben, dass die Stätte der CO_2-Bildung in den Geweben und nicht im Blute zu suchen ist, und dass sie von jenen als den Orten höchster Spannung nach diesem, wo die geringere Tension besteht, wandert. Da nun aber der Harn seinen CO_2-Gehalt theils dem Blute, theils den Geweben verdankt, der CO_2-Gehalt des Blutes aber in letzter Instanz von den Geweben abhängt, so wird jede Vermehrung in diesen eine Vermehrung der CO_2 im Harn bedingen müssen und der Schluss von einer vermehrten CO_2 des Harns auf vermehrte CO_2-Menge in den Geweben berechtigt sein. So ergiebt sich als anderes Resultat aus meinen Analysen: dass die Quelle

1) Strassburg „Zur Topographie der Gasspannungen.“ Pflüger's Archiv III.

der im Fieber vermehrten CO_2 in den Geweben und nicht im Blute sich befindet.

Zur Ableitung weiterer Relationen sind die Analysen nicht zahlreich genug, die bezüglichen Resultate zu schwankend. Die reciproken Werthe zwischen procentischer Kohlensäure und 24 h. Harnmenge brauche ich als selbstverständlich kaum zu betonen. Was den Harnstoff und die Chloride betrifft, so bestätigen die Bestimmungen, so weit dies möglich, das Bekannte, ohne neue Daten zu liefern.

Es bleibt noch übrig, den absoluten Werth meiner Zahlen zu discutiren, wobei ich mich nur an die Pflüger'schen Analysen halten kann, welche mit ähnlichen Methoden wie die meinen und ebenfalls an Menschen angestellt sind. Meine Werthe übersteigen nur zweimal, in der ersten und siebenten Analyse, seine Mittelzahlen, im Uebrigen bleiben sie auch im Fieber um ein Geringes hinter jenen zurück, während sie in der Apyrexie ganz beträchtlich heruntersinken. Dies Resultat verliert bei näherer Ueberlegung seinen befremdenden Charakter. Denn Pflüger's Zahlen sind an einem gesunden robusten und in der Fülle seiner Kraft stehenden Manne gewonnen, dessen tägliche Harnstoffausfuhr gewiss 40 Grm und darüber erreicht, meine Werthe beziehen sich auf Individuen mit einem täglichen Mittel von 20 Grm, deren Stoffwechsel darniederliegt, die zum Theil durch vorangegangenes Fieber geschwächt waren, die stets in der Reconvalescenz, zum Theil selbst im Fieber einen diluirten, niedrig gestellten Harn entleerten. Um so auffallender ist die ausserordentliche Vermehrung des CO_2-Gehaltes bei Steinborn, wo die Gas-Analyse am VII. Tage einer Pneumonie vorgenommen wurde. Hier wird der von Planer gegebene Maximalwerth um die Hälfte, der höchste in meinen anderen Bestimmungen erreichte Werth um fast das Doppelte überschritten.

Es bestand hier eine Infiltration des unteren linken Lappens, welche bei mässigem Auswurf mit einer Respirationsfrequenz von 34 und einer Temperatur von 39·4° C. am Versuchstage verbunden war.

Freilich ist auch der Harnstoff so reichlich wie sonst nirgends

ausgeschieden, aber selbst wenn man aus den vorhergehenden Fällen den höchsten CO_2-Werth 16·4 % mit dem dazu gehörigen $\overset{+}{U}$ auf 56·27 Grm $\overset{+}{U}$ berechnet — was bei den annähernd gleichen Harnmengen erlaubt sein dürfte — so erhält man 25·97 % und 275·2 Cc. in 24 h. und es ergiebt sich eine erhebliche Differenz in den Procentzahlen (8·31), und den 24 h.-Werthen (88·28), welche über den sonst stattfindenden Schwankungen liegt.[1])

Vorläufig bleibt dieser Versuch ein interessantes Factum, obgleich es nahe liegt, an eine Mehrausscheidung durch den Harn in Folge der erschwerten Abdunstung der CO_2 in den Lungen, welche einen erhöhten CO_2-Gehalt des Blutes und der Gewebe bedingen muss, zu denken.

Ein von diesem Gesichtspunkt aus unternommener Versuch bei einer totalen pneumonischen Infiltration der linken Lunge, hochgradiger Dyspnoe und 39·8 Temperatur, welcher bei einer Harnmenge von 11·85 Cc. und 2·11 % $\overset{+}{U}$ nur 14·73 % CO_2 oder 174·19 Cc. in 24 h. ergab, ferner der Umstand, dass Planer's höchster Werth bei „einem heftig fiebernden mit Erysipelas faciei im Ausbruch" gewonnen ist, ein Emphysematiker mit starker Dyspnoe aber keine abnorme CO_2-Menge zeigte, spricht nicht zu Gunsten dieser Vorstellung.

Herrn Geh. Rath Frerichs sage ich schliesslich meinen Dank für die Liberalität, mit welcher er mir das Material seiner Klinik zur Anstellung obiger Untersuchungen überliess.

---

1) Ein Versuchsfehler ist hier deshalb ausgeschlossen, weil jeder Fehler des Versuchs im Sinne der Verminderung der CO_2 wirkt. Einer Diffusion von Luft längs des zur Einführung der Kali-Kugel nöthigen Drahtes wurde durch vollständiges Eintauchen desselben in Hg vorgebeugt

Ueber einige die Urethra umgebenden Muskeln und Fascien.

Von

Dr. P. Lesshaft

in St. Petersburg.

(Hierzu Taf. I.)

Die Perinealmuskeln und Fascien sind schon so oft besprochen worden, und doch findet man in den Lehr- und Handbüchern meist nur ungenaue und oberflächliche Angaben, sobald man sich mit der Perinealgegend näher beschäftigt. Bei den systematischen Vorlesungen überzeugt man sich am allerbesten, dass diese Gegend noch lange nicht genau genug durchstudirt und nachuntersucht ist; — es fehlt noch viel, bis alle Angaben zu einem bestimmten Resultate führen werden. Schon seit acht Jahren bin ich mit der Bearbeitung der Musculatur der Regio-ano perinealis beschäftigt. Ueber die Endigung der Longitudinalschicht des Mastdarms und über den m. levator ani habe ich 1865 die gewonnenen Resultate in meiner Inaugural-Dissertation niedergelegt.[1]) Ich hatte schon damals 85 Peri-

[1]) Объ окончанiи продольныхъ мышечнахъ волоконъ прямой кишки и о прибавочныхъ слояхъ заднепроходно-предстательной области у человѣка и нѣкоторыхъ животныхъ съ 2мя рисунками С. Петербургъ 1865. Военно-Медицинскiй журналъ No. 9 и 10. — 1869 г.

nealgegenden, 20 Mastdarme des Menschen und 21 Perinealgegenden einiger Säugethiere untersucht. Seit dem habe ich mit einigen Unterbrechungen meine Untersuchungen fortgesetzt und war, was Material anbelangt, in so glückliche Verhältnisse versetzt, dass ich in dieser Zeit 210 Perinealgegenden in situ und 80 ausgeschnittene Perinealorgane habe untersuchen können. Die gewonnenen Resultate beabsichtige ich in einer besonderen Monographie zu sammeln, jetzt werde ich nur über die Musculatur der pars membranacea urethrae, der musculi transversi perinei, über einige Anomalien des m. bulbo-cavernosus und über das Verhältniss der Perinealfascien und der Fascia pelvis wie untereinander, so auch zu diesen Muskeln und den m. levator ani reden. Meine Untersuchungen zwingen mich einige ältere Ansichten wieder aufzunehmen und neuere als unrichtig zu erklären; da ich in der Perinealgegend noch weiter zu arbeiten beabsichtige, so bin ich bereit, jeden Zweifel aufzunehmen und werde gern jeder Bemerkung eines Fachmannes entgegenkommen.

Der die pars membranaceae Urethrae umgebende musculus constrictor urethrae wurde schon mehrfach unter verschiedenen Namen beschrieben als: Muscles sourroding the membranous part of the urethrae — Wilson (1808); M. Wilsoni-Velpeau, M. compresseur de l'uretre — Thomson; Sphinter urethrae (?) Santesson (1844); muscles propres de la region membraneuse Amussat, musc. prostaticus superior (?) Winslow (1733); m. constrictor urethrae Joh. Fried. Meckel (1820), stratum circulare musc. constrictoris urethrae membranaceae s. constrictor urethralis Joh. Müller (1836); Compressor partis membranaceae urethrae Hyrtl; M. sphincter urethrae membranaceae Luschka u. s. w. Ich fürchte noch mehr Synonyma anzuführen, da auch diese vielleicht nicht immer einen und denselben Muskel bezeichnen. Nicht allein in der älteren, sondern auch sogar in der neuesten Literatur sind augenscheinlich drei Muskeln zusammengeworfen, nämlich: der m. constrictor urethrae, perineus profundus und ein Theil des m. levator ani; diese sind so mit einander verwechselt worden, dass

bei den Beschreibungen man oft nicht weiss, welcher von den bezeichneten Muskeln gemeint ist. Es ist schwer zu sagen, ob Soemmering's[1]) m. compressor prostatae der constrictor urethrae membranaceus, oder vielleicht der perineus profundus ist.

Ich glaube, dass Soemmering den m. constrictor meint, da er auf Santori's[2]) Abbildungen weist und sie „weit schöner“ nennt, diese Abbildungen aber vollständig mit den von Guthrie und Joh. Müller dargestellten übereinstimmen. Die musc. prostatici superiores Winslow[3]) passen auch am meisten auf den m. constrictor urethrae, wenigstens auf dessen oberen Theil, da sie „an der inwendigen Fläche der kleinen Aeste von den Schambeinen befestigt werden, von welchen sie fortlaufen, über die Vorsteher sich ausbreiten und daran sich befestigen“; hauptsächlich aber weil er noch mm. prostatici inf. (s. transversi interni) und mm. transversi externi beschreibt. Im 19. Jahrhundert wurde dieser Muskel verschieden beschrieben, einerseits von Jam. Wilson,[4]) dessen Beschreibung von Seiler,[5]) Joh. Friedr. Meckel,[6]) Er. Heinr. Weber in den von ihm herausgegebenen Handbüchern von Rosenmüller[7]) und Hildebrandt,[8]) Charles Bell,[9])

1) Vom Baue des menschlichen Körpers 3. Sh., II. Aufl., Frankfurt a. M., 1800. S. 241.

2) Jo. Dominici Santorini. Septendecim Tabulae, edit. et explic. Mich. Girardi Paronae. 1715. Tab. XV. Fig. III. F. IV. c.

3) Anatomische Abhandl. von d. Bau d. menschl. Leibes Bd. III. u. IV. Berlin 1733. S. 650.

4) Descriptions of two muscles sourroding the membranous part of urethra. — Medico-chirurgial transactions published by the medic. and chirurg. Society of London. 2. edit. 1812. Vol. 1. p. 175.

5) Joh. Friedr. Pierer's Anatomisch physiologisches Realwörterbuch. Bd. III. Leipzig 1819. S. 911.

6) Handbuch der menschl. Anatomie Bd. IV. Halle und Berlin. 1820. S. 563.

7) Joh. Christ. Rosenmüller's Handbuch der Anatomie, 4. Aufl., herausg. v. E. H. Weber. Leipzig. 1828. S. 252.

8) Friedr. Hildebrandt's Handb. der Anatomie d. Mensch. 2. Aufl. bes. von E. H. Weber. II. Bd. Braunschweig 1830. S. 419.

9) The anatomy and physiology of the human body, 7 ed. Vol. I. London 1829. pag. 380.

Das Original habe ich nicht bekommen können, siehe Johannes Müller, S. 25.

Denonvilliers,[1]) Velpeau,[2]) Richet[3]) u. s. w. bestätigt wurde; andererseits von Guthrie[4]) und Joh. Müller[5]) widerlegt und deren Beschreibungen wieder von Quain-Sharpey, [6]) Theile,[7]) Hyrtl, [8]) Santesson,[9]) u. s. w. bestätigt und von den meisten Anatomen angenommen wurde.

James Wilson [10]) beschreibt zwei Muskeln von drei-

---

1) Bulletins de la Société Anatomique de Paris. No. 10. Juin. 1836. pag. 105—106.

2) Traité complet d'Anatomie chirurgicale, 3. édition T. II. Paris 1837. pag. 237.

3) Traité pratique d'Anatomie medico-chirurgicale 3. édit. Paris 1866. pag. 713.

4) On the anatomy and diseases of the neck of the bladder and of the urethra. London, 1834. pag. 38—43.

5) Ueber die organischen Nerven der erectil. männlichen Geschlechtsorgane; mit 3 Kupfertafeln, Berlin, 1836. S. 6—27, Taf. I. 1. 2.

6) Elements of Anatomy edited by W. Sharpey, Allen Thomson u. John, Cleland. 7. edition, Vol. I. London 1867, pag. 265.

7) J. Th. v. Soemmering, Lehre von d. Muskeln und Gefässen d. menschlichen Körpers. III. Bd. 1. Abth. Leipzig 1841. S. 114 — 116.

8) Lehrbuch der Anatomie 10. Aufl. Wien, 1867. S. 729.

9) Utkast till bestämmende of den topographiska anatomicas begrepp, diss studium och förhallånde till de öfriga dithörande kunskapsarter, jemte bidrag till anatomica of regio perinaei hos mannen. Akademisk afhandling etc. Stockholm, 1844. pag. 57. — Das Original habe ich nicht bekommen können, siehe Retzius Müllers' Archiv, 1849. S. 184.

10) L. c. p. 176. „In my lectures on the organs of generation, I have for these last ten years, demonstrated to the students attending in Great Windmill Street, two very distinct fleshy bellies belonging to muscles of a triangular shape, united below by one common tendon, but each having a separate tendinous attachement to the inside of the symphysis of the pubes, and which are so placed as to surround the membranous part of the urethra. The tendon belonging exclusively to each muscle, is at first of a round shape, but soon becomes flattened as it descends; it is affixed to the back part of the symphysis of the pubes; in the adult, about one eighth of an inch, above the lower edge of the cartilaginous arch of the pubes, and nearly at the same distance below the attachement of the tendon of the bladder; to which, and to the tendon of the corresponding

eckiger Gestalt, die unten durch eine allgemeine Sehne verbunden sind, aber jeder eine besondere tendinöse Befestigung auf der Innenseite der symphysis ossium pubis haben und so placirt sind, dass sie die pars membranaceae urethrae umgeben. Jeder dieser Muskeln beginnt mit einer runden Sehne, welche, indem sie sich abwärts wendet, flacher wird. Die Sehnen berühren sich anfangs, werden breiter und gehen in Fleischfasern über, die sich nahe an der oberen Fläche der Urethra von einander entfernen; weiter breiten sie sich an den Seiten der pars membranacea urethrae in ihrer ganzen Länge aus, und endigen indem sie unter der Harnröhre wieder mit den Fasern des entgegengesetzten Muskels in der tendinösen Mittellinie zusammenkommen. Das eine Ende dieser gemeinschaftlichen Sehne verbindet sich mit dem hinteren Theile der Sehne der Musculi acceleratores urinae und verbindet sich weiter nach unten noch mit den Fasern der Mm. sphincteris ani und transversalis perinei. Wilson bemerkt ebenfalls, dass „manchmal dieser Muskel schwach ausgesprochen ist und die Muskelfasern anscheinlich in einander übergehen.“ Ueber die Function dieser Muskeln meint er, dass sie die urethra nach oben ziehen und an den Innenrand des arcus pubis andrücken, ausserdem schliessen diese Muskeln bei ihrer Contraction die pars membranacea urethrae.

Die Ursache, dass diese Muskeln so lange übersehen sind,

---

muscle, it is connected by very loose cellular membrane. The tendon descends at first in contact with, and parallel to its fellow; it soon becomes bronder, and then sends off fleshy fibres which also increase in breadth, and when near to the upper surface of the membranous part of the urethra separate from those of the opposite side, spread themselves on the side of the membranous part of the urethra through its whole extent, then fold themselves under it, and meet in a middle tendinous line, with similiar fibres of the opposite side. One extremity of this common tendon is connected with the posterior part oft he tendon joining the acceleratores urinae muscles, and which, in the perineum, joins also with some of the fibres of the spincter ani and transversalis perinei muscles.“ Ich führe hier die Worte des Originals an, da in Joh. Müller's deutschem Referat sich Fehler erweisen.

glaubte Wilson darin zu finden, dass sie mit den Fasern des m. levator ani eine Richtung haben, von welchen sie aber deutlich durch eine Bindegewebs-Membran abgesondert werden. (I believe, from their being in the neighbourhood, and having their fibres ruaning something in the direction of those of the levatores ani; from which, however, they may be distinctly separated, by cutting through cellular membrane only.)

Am weiblichen Becken fand Wilson diese Muskeln ganz eben so gelagert wie beim Manne.

Gegen die Existenz dieser zwei die Urethra umgebenden Muskelbäuche trat G. S. Guthrie[1]) auf und suchte zu beweisen, dass diese Muskeln das Resultat einer einseitigen Präparation seien, dass Wilson sie nur von der einen Seite untersucht habe, während bei einer Untersuchung sowohl von hinten, als von vorn und von oben der Muskel sich ganz anders darstellt. Hierbei erweist sich, dass in seinem oberen Theile der Muskel, eine tendinöse Mittellinie bildend, sich in die die obere Fläche der Prostata bedeckende Fascia inserirt und sich durch das Ligamentum triangulare begebend, vor diesem nahe der Vereinigung der corpora cavernosa ansetzt. Am unteren Theile des Muskels sieht man eine ähnliche tendinöse Linie, welche sich an die Fascia unter der Spitze der Prostata und an dem centralen tendinösen Punkt im Perinaeum ansetzt. Von diesen Linien gehen die Muskelschenkel an jeder Seite, vom oberen und unteren Theile der Harnröhre, quer nach aussen, über das Perinaeum und inseriren sich an dem aufsteigenden Ast des Sitzbeines, etwas unter seiner Verbindung mit dem absteigenden Aste des Schambeines.

Guthrie findet diesen Muskel gleichfalls auch beim Weibe und bezeichnet ihn daher nicht als Sexualmuskel, sondern glaubt, dass er mit grosser Energie bei der Zurückhaltung und Austreibung des Harns wirke.

Vom Wilson'schen Muskel meint Joh. Müller[2]), dass er nicht existire, sondern dass das Wahrscheinlichste sei, dass

---

1) A. a. O. pag. 38--43.
2) A. o. O. S. 24.

Wilson's Beschreibung nur durch eine fehlerhafte Präparation von der Seite entstanden sei, indem er mit der Wegnahme des ramus descendens ossis pubis einer Seite zugleich das Ligamentum ischio-prostaticum weggenommen habe. Niemals als durch fehlerhafte Präparation, durch theilweises Verschneiden des ganzen constrictor urethrae membranaceae kann man einen solchen Muskel darstellen, wie ihn Wilson abgebildet hat u. s. w., Joh. Müller beschreibt einen Muskel, welcher die pars membranacea urethrae umgiebt, den er Musculus constrictor isthmi urethralis nennt. Er unterscheidet drei Schichten dieses Muskels: 1) eine obere Schichte (stratum superius) zwischen den ligamenta ischio-prostatica, eine Brücke von Querfasern von dem ligamentum arcuatum pubis an bis auf die Oberfläche des vorderen Endes der Prostata; 2) eine untere viel schwächere Schicht (stratum inferius) zwischen den ligamenta ischio-prostatica unter der pars membranacea urethrae und 3) eine innere (stratum internum circulare) zwischen den vorhergehenden gelagerte Schicht von Circelfasern, welche um die pars membranacea urethae herumlaufen, ohne von den ligamenta ischio-prostatica zu entspringen.

Die hier erwähnten ligamenta ischio-prostatica entspringen nach Joh. Müller, „vom vorderen Theil des levator ani bedeckt, in der Mitte zwischen dem aufsteigenden Aste des Sitzbeines und absteigenden Aste des Schambeines vom inneren Rande dieses Knochens, über dem Ursprunge des musculus transversus perinei profundus, dessen obere über den hinteren Theil des bulbus weggehende Fasern damit zusammenhängen.“ Weiter geht nach seiner Beschreibung „dieser Rand nach oben und nach vorn, um den vorderen Rand des levator ani und erreicht bogenförmig die Seite des vorderen Endes der Prostata, wo er sich inserirt, indem seine Fasern theils an der Seite der Prostata, theils an der Seite der oberen Fläche sich noch etwas verlängern.

Am transversal, vor der Urethra, gelagerten stratum superius, findet Joh. Müller: „Dass die Querbündel zuweilen an einem vom lig. arcuatum pubis abgehenden sehnigen Streifen

in der Mittellinie befestigt sind; dann, meint er, sind diese Fibern getheilt und stellen zwei Schenkel eines Bogens dar.

Dies ist indess nicht constant, in den meisten Fällen sind schon die vordersten Bündel des constrictor superior ganze Bogen und gehen ohne Unterbrechung zur anderen Seite hinüber, alle folgenden Bündel sind immer ganze Querbrücken, ohne Raphe und Mittellinie."

Die stärksten und deutlichsten Muskelfasern des stratum inferius kommen von dem Ursprung des ligamentum ischio-prostaticum oder vom ramus descendens ossis pubis, sie gehen aufwärts und vorwärts, an der unteren Fläche des ligamentum ischio-prostaticum ihrer Seite hin, theils gegen die Seite des Anfangs der Prostata, so dass sie als Adductoren wirken, theils breiten sie sich bogenförmig an der unteren Fläche der urethra membranacea gegen die andere Seite, mit denen sie zusammenkommen, aus. Auch von den ligamenta ischio-prostatica gehen Muskelfasern aus, die zwischen diesen beiden Rändern quer ausgespannt, ebenso unter der urethra membranacea verlaufen, wie die früher beschriebenen über derselben liegen, sie sind nur sehr viel schwächer.

Das stratum circulare liegt sich enganschliessend der oberen und unteren Querschichte inwendig an und umgiebt dicht die pars membranacea, es entspringt nicht von den lig. ischio-prostatica, sondern läuft rund um diesen Theil der Urethra herum.

Von dem 1808 von J. Wilson der medico-chirurgischen Gesellschaft in London vorgelegten und schon 1804 abgebildeten Muskel, den Meckel[1]) 1820 bestätigt und m. constrictor urethrae s. pubo-urethralis nennt, meint Henle:[2]) „dass derartige Muskeln nicht existiren, ist leicht zu sehen und wird von allen neueren Beobachtern zugegeben; minder leicht ist es, zu ermitteln, welche Präparationsweise zu der Täuschung Anlass gab." Die ganze Muskulatur mit den Fascien, die die pars

---

1) A. a. O. S. 536.

2) Handbuch der systematischen Anatomie des Mensch. 2. Bd. 2. Lief. Braunschweig 1862. S. 509.

membranacea urethrae umgeben und einhüllen — fasst Henle unter dem Namen eines Diaphragma urogenitale[1]) zusammen. Die diesen Theil der Harnröhre umgebenden animalen Muskelbündel vereinigt er unter dem Namen eines M. transversus perinei profundus. Im höchsten Grade der Entwickelung dieses Muskels beschreibt Henle drei durch den Faserverlauf unterschiedene Schichten, eine oberste transversale, eine mittlere schräge und eine unterste sagittale. Die Bündel der ersten Schicht entspringen am Seitenrande in einer ununterbrochenen Reihe vom oberen Fascienblatt, die Bündel der schrägen Schicht bestehen hauptsächlich aus median vorwärts, dem lateralen Rande des Muskels parallel verlaufenden Fasern; ihre äussersten Bündel sind von Strecke zu Strecke an den Beckenrand angeheftet und weichen zwischen den Anheftungen bogenförmig von den Knochen zurück, so dass zwischen diesen und dem Muskelrande halbkreisförmige Lücken entstehen, durch welche die Vv. profundae des C. cavernosum penis passiren." Vorn steht ein grösserer oder kleinerer Theil der schrägen Schicht mit dem lig. transversum pelvis in Verbindung. Die sagittale Schicht besteht aus vereinzelten Bündeln, welche an der Stelle wo die Urethra aus dem diaphragma urogenitale austritt, über den Bulbus zu beiden Seiten der Urethra gerade oder in medianwärts concavem Bogen von vorn nach hinten verlaufen; die medialen erreichen mit ihrem vorderen Ende die obere Fläche des Bulbus, die mehr lateralen enden in der Bindegewebsmasse, die den Winkel zwischen den Corpora cavernosa penis ausfüllt. Mit dem hinteren Ende befestigen sich alle an dem hinteren Rande des Diaphragma urogenitale oder direkt an das Septum transversum der Perinealmuskeln.

Die untere Fläche des Muskels liegt auf einer derben, glänzenden Fascie, die in der Regel je näher dem hinteren Rande des Muskels, um so weiter medianwärts vordringt. Je stärker diese Fascie ist und je weiter sie sich medianwärts erstreckt, um so deutlicher sind die beiden Mm. perinei, der superficialis und profundus, von einander getrennt.

---

1) A. a. O. S. 388.

„Die obere Fläche des M. transv. perinei profundus bekleidet ein Fascienblatt, welches am lateralen Rande in die Fascia obturatoria aufwärts umbiegt, medianwärts an die Prostata und von dieser auf die längs der Harnblase rückwärts verlaufenden Venenplexus übertritt. Zwischen der Beckenwand und der Blase befindet sich ein tiefes, enges Thal, dessen Boden die obere Fascie des M. transv. perinei prof. (?) bildet. In diesem Thal läuft der M levator ani (?) rückwärts, mit seinem unteren Rande auf (?) der oberen Fascie des M. transv. perinei profundus ruhend und mit den untersten Bündeln vom vordersten Theile derselben entspringend.“

Thomson[1]) beschreibt um die pars membranacea urethrae eine ganze Reihe von Muskeln: „M. compresseur de l'urètre (Portion du bulbo-caverneux), Muscle de Wilson, M. bulbo-rectal et M. de Santorini.“

Alle diese Muskeln sind gelagert zwischen der Symphysis oss. pubis und der Vorderfläche des Mastdarms und umgeben nach Thomson den membranösen Theil der Harnröhre. Die Mm. bulbo-rectal et de Santorini (Thomson) sind, wie laut Beschreibung, ihr Verhältniss zu der Fascie zeigt, Theile des M. levator ani und der „M. compresseur de l'urètre“ ist nur der untere Theil des „M. de Wilson.“ Den Wilson'schen Muskel beschreibt Thomson so: „Attachés à la moitié supérieure de la branche du pubis, au dessus du ligament sous-pubien, ils se dirigent en arrière, en bas et en dedans, vers la ligne médiane, où ils s'entrecroisent avec ceux du côte opposé, en avant de la partie membraneuse de l'urètre. Aussitôt après avoir traversé la ligne médiane, et après s'être appliqués sur le côté opposé de cette portion de l'urètre, ils rencontrent de nouveau les fibres du côté opposé, reviennent au côté d'oû ils étaient partis, pour s'implanter sur la face antérieure du rectum en s'entrelaçant avec ses fibres verticales propres.“ Die Länge dieses Muskels giebt Thomson auf 2'' an, seine Breite = 3''' und seine Dicke auf $^1/_2$—$^3/_4$''.

---

1) Abf. Velpeau. Traité complet d'Anatomie chirurgicale T. I. Paris 1837. pag. XCIX—CXII.

Velpeau[1]) beschreibt diesen Muskel in Uebereinstimmung mit Denonvilliers, er meint, dass der Wilson'sche Muskel selten so entwickelt sei, dass seine Form genau bezeichnet sei. Bei vielen Subjecten stellt er eine fleischige Masse dar, die um den membranösen Theil der Harnröhre gelagert ist und sich zur Prostata nach hinten und zum Rectum nach unten erstreckt.

In Cadavern robuster Subjecte erweisen sich drei Arten der Fasern, die einen (Portio urethralis) beginnen von der Aponeurosis pubico-prostatica, von den kleinen fibrösen Bögen, die die Venae dorsalis penis enthalten und vom hinteren Theile des lig. sub-pubicum, die Fasern dieser Portion ziehen von hier nach unten zur Harnröhre und verflechten sich in einer Raphe unter der unteren Wand dieses Kanals. Die vorderen Fasern (Portio rectale) beginnen von der symphysis pubis, bilden an beiden Seiten Bündel, die schief nach unten und nach hinten zum Mastdarm gerichtet sind und umfassen hierbei den membranösen Theil der Harnröhre wie ein sphincter.

Endlich entspringen noch Fasern (portio prostatica) von der Aponeurosis ano-pubica und begeben sich theilweise nach unten, um sich mit den entsprechenden Fasern der anderen Seite zu verbinden, theilweise nach hinten zur Seitenfläche der Prostata. Immer sind diese Muskelbündel vom M. levator ani durch die Aponeurosis lateralis prostatae geschieden.[2])

---

1) L. c. II. Paris 1837. pag. 237—239.

2) C. Denonvilliers — Propos. et observ. d'anat. de physiolog., et de pathologie Théses de Paris 1837. in 4. N. 285. (Das Original habe ich nicht bekommen können) s. Arch. génér. de Médicine III. Sér. T. III. Paris 1837. pag. 108—110) sagt: „Cette aponévrose (Apon. latérale de la prostate ou pubio-rectale) sépare le muscle releveur de l'anus qui est à sa face externe et lui adhère lâchement, du muscle de Wilson qui s'implante sur selle en dedans.

Ce muscle, confondu à tort par Meckel avec le bulbo-caverneux et par la plupart des anatomistes français avec le releveur, est donc isolé du premier par l'apon. périnéale moyenne, du second par l'apon. pubio-rectale. Ce muscle qui chez la plupart des sujets embrasse la portion membraneuse de l'urètre sans forme déterminée, envoie quelquefois des fibres sur la prostate et le rectum."

In den Handbüchern der Anatomie, wie z. B. bei Sappey,[1]) Richet[2]) u. s. w. wird der „Muscle de Wilson" gewöhnlich sehr ungenau und abweichend von der Wilson'schen Beschreibung erwähnt, übrigens meint schon Sappey, dass dieser Muskel von den meisten modernen Anatomen schlecht gekannt sei und glaubt den Grund darin zu finden, dass er nur durch Präparation untersucht wird, während er nach seiner Meinung durch Reaction und mikroskopische Untersuchung geprüft werden sollte. (Tandis que pour son étude il faut faire appel surtout aux réactifs et à l'examen microscopique.) Luschka[3]) meint, dass Wilson's Musc. pubo-urethralis, so wie er von diesem Autor beschrieben wurde, gar nicht existire, sondern ein Artefact darstelle, hervorgegangen aus einer willkürlichen Präparation, welche drei ganze disparate Gebilde betroffen hat, nämlich den Ursprung des sog. Musc. pubo-vesicalis, d. h. eines von den Seiten der hinteren Fläche des Schoossgelenkes sehnig entspringenden Bündels der Längsfasernschichte der Blase, zweitens das von ihm als Pars urethralis des Afterhebers beschriebene platte Muskelbündel, drittens die untere horizontale Schichte des Contrictor urethrae membranaceae." Aus dieser Beschreibung ist klar, dass Luschka diesen Muskel nicht nachgesucht und nicht gesehen hat, da der M. levator ani und pubo-vesicalis vom Wilson'schen durch eine deutliche Fascie abgesondert ist, worauf schon Guthrie, Velpeau, Denonvilliers, Richet u. s. w. aufmerksam gemacht haben, und der letzte[4]) sogar auf diesen selben Fehler Cruveilhier's schon hingewiesen hat. Was die untere horizontale Schicht des Constrictor urethrae membranaceae von Joh. Müller anbelangt, so

---

1) Traité d'Anatomie descriptive J. IIIme. 3. fasc. Paris 1862. pag. 597.

2) Traité pratique d'Anatomie médico-chirurgicale. 3eme édit. Paris 1866. pag. 713—714.

3) Ueber den vorderen und inneren Theil des Afterhebers beim Manne. Henle und Pfeufer's Zeitschr. f. rationelle Medicin. 3. Reihe Bd. IV. 1858. pag. 114 und die Anat. d. Mensch. II. Bd. 2. Abth. 1864. pag. 304—105.

4) A. a. O. S. 713.

entspricht weder Ursprung, noch Verlauf dieser Schicht dem Wilson'schen Muskel.

Ich habe hier hauptsächlich die speciellen Untersuchungen über die Musculatur der pars membranacea urethrae angeführt, da in den übrigen Werken, Hand- und Lehrbüchern entweder eine Wiederholung der angeführten Beschreibungen von Wilson oder Joh. Müller sich erweist, oder diese Muskeln so verworren und undeutlich beschrieben werden, dass schwerlich etwas Naturgetreues sich erweist (wie z. B. bei Aeby[1]) u.s.w.) oder endlich sie gar nicht erwähnt werden. Aus alle dem Angeführten geht hervor, dass obgleich der M. Wilsoni, Guthrie oder constrictor isthmi urethralis Joh. Müller und wie wir noch sehen werden der M. transversus perinei profundus, als ganz verschiedene Muskeln und oft bei der Beschreibung des einen die anderen sogar als nicht existirend bezeichnet werden, oder andererseits wieder diese Muskeln so zersplittert werden, dass man in Verlegenheit kommt bei der Bestimmung, was dem betreffenden Verfasser wohl vorgelegen habe. Doch erweist sich, dass die meisten Beobachter, die genau untersucht haben, um den membranösen Theil der Harnröhre, wie quer, so auch sagittal verlaufende Fasern gesehen haben und diese Fasern genau durch Fascien, wie vom levator ani so auch vom bulbo- und ischio-cavernosus geschieden sind. Bei meinen Untersuchungen bin ich auf's Entschiedenste zu der Ueberzeugung gekommen, dass wirklich um die pars membranaceae Urethrae Muskeln quer, vor und hinter der Urethra, verlaufende Fasern und Muskelbündel zu beiden Seiten der Urethra mit sagittalem Verlaufe unterschieden werden müssen; dass diese Muskeln augenscheinlich auch eine verschiedene physiologische Bedeutung haben und genau von den benachbarten Muskeln durch deutlich ausgeprägte Fascien geschieden sind. Von der Existenz dieser Muskeln überzeugt man sich bei der Präparation wie von unten (aussen) nach oben (innen), von vorne und der Seite, so auch bei Control-Präparationen von innen nach aussen,

---

1) Der Bau des menschlichen Körpers. 2. Lief. Leipzig 1869. S. 583.

d. h. von Seiten der längs der Mittellinie durchgeschnittenen Harnröhre begonnenen Präparation.

Zur Präparation der Musculatur der pars membranacea Urethrae wurden die beiden Oberschenkel in der Mitte amputirt, der Mastdarm unter der Flexura sigmoidea unterbunden und durchschnitten. und dann zwischen den 4. und 5. Lumbalwirbel der Beckentheil vom übrigen Truncus getrennt. Nach mässiger Füllung des Mastdarms mit Lappen oder Werg wurde die Haut und die Fascia der Regio-anoperinealis schichtenweise abpräparirt und die Mm. bulbo-cavernosi, ischio-cavernosi, transversi-perinei und sphincteres ani externi blosgelegt, wobei das die beiden cava ischio-rectalia anfüllende Fett- und Bindegewebe ebenfalls entfernt wurde. Bei der Präparation von unten wurden hierauf die Mm. ischio-cavernosi, zugleich mit den Wurzeln der corpora cavernosa penis vom Knochen abgelöst und zurückgelegt; weiter der bulbo-cavernosus vom sbincter externus und vor dem Septum perineale abgetrennt, und der Bulbus urethrae, besonders der Colliculus bulbi intermedius Rolett[1]) vorsichtig bis auf die Harnröhre von der drüber liegenden Fascie abgelöst und ebenfalls zurückgelegt. Der M. transversus perinei medius wird hierbei möglichst geschont und in seiner Lage erhalten. Die jetzt blosgelegte starke Fascie wird durch einen Querschnitt beiderseits, vor und parallel dem vorderen Rande des M. transversus perinei medius, durchschnitten und in zwei seitliche Lappen nach vorne, in der Richtung zum Knochenrande abpräparirt. Bei der Besichtigung des so erhaltenen Präparates (s. Fig.) erweisen sich, längs dem hinteren Rande, deutliche Querfasern, die näher zur Mittellinie die Cowper'schen Drüsen durchschimmern lassen — das ist der M. transversus perinei profundus und ausserdem sieht man noch zu beiden Seiten der Harnröhre bald mehr, bald weniger deutlich sagittale Muskelfasern — das sind Fasern des M. constrictor s. compressor urethrae membranaceae. Bei der Präparation von

1) Die männlichen und weiblichen Wollust-Organe des Menschen und einiger Säugethiere. Freiburg im Br. 1844. R. 12.

der Seite werden die Mm. bulbo- und ischio-cavernosi nicht abgelöst, sondern die beiden seitlichen Beckenwände abgesägt, indem man die Säge auf der Mitte der tuberositas ossis ischii ansetzt, so dass der Schnitt durch die Mitte des horizontalen Astes des Schambeines und der Grenze zwischen dem hinteren und mittleren Drittel der crista ilii geht. Nachdem das Lig. tuberoso-sacrum und die umgebenden Weichtheile durchschnitten und die Seitenwände so weit entfernt worden sind, durchsägt man noch den aufsteigenden Ast des Sitzbeines und legt ihn mit den daranhängenden Muskeln zur Seite. Der jetzt vorliegende M. obturator wird genau an seiner Knochenbefestigung abgelöst und abgetragen. Die hierauf folgende Fascie und Fett wird abpräparirt, und die ganze äussere Schicht des sogenannten M. levator ani blosgelegt. Wenn man die Biegungen des Mastdarmes berücksichtigt, so wird bei dieser Ansicht augenfällig, dass die vorliegenden Fasern die überall die Axe des Mastdarmes unter einem rechten Winkel kreuzen, nur als Schliesser und nicht als Heber des unteren Endes des Darmes wirken können, wie ich das schon früher in meiner Dissertation bewiesen habe.

Weiter wird zwischen dem vorderen und mittleren Drittel die äussere und innere Schicht des M. levator ani (auct.) durchschnitten und in zwei Lappen nach vorne und hinten zurückgelegt. Jetzt sieht man oben die Fascia pelvis, von der ein Fortsatz nach unten bis zu der Fascia, die über den M. bulbo- und ischio-cavernosi gelagert ist und nach vorn bis zum absteigenden Aste des Schambeines sich verfolgen lässt. (s. Fig.) Nach Durchschneidung dieses Fortsatzes in verticaler Richtung in der Mitte der Erhöhung, die der Prostata entspricht, erweist sich, dass er sehr leicht wie von der Aussenfläche der Prostata, so auch von den die pars membranaceae urethrae umgebenden sagittalen Muskelfasern sich ablösen lässt und wirklich von der unteren Fläche der Fascia pelvis entspringt. In diesem Fortsatze, besonders längs seinem oberen Rande, erweisen sich immer starke venöse Sinus. Diese Muskelfasern gehören dem M. compressor urethrae membranaceae an.

Unter den sagittalen finden sich noch Querfasern, die von aussen nach innen divergirend, sich vor und hinter der Urethra hinziehen; die hinteren Fasern bedecken die Glandulae Cowperi. Bei der Präparation von vorn wird, nach Bloslegung der unteren Perinealmuskeln und Fascien das Kreuzbein exarticulirt und die Synchondrosis pubis in der Mitte bis auf das Lig. arcuatum pubis durchschnitten, wobei die hier gelagerten Gefässe und Nerven möglichst geschont werden. Bei vorsichtiger Präparation in der Richtung zur Harnröhre, wobei die Fascia pelvis mit ihrem Fortsatze und die tiefe Perinealfascie so viel wie möglich geschont und die Schamknochen zur Seite gezogen werden, stösst man bald auf quere Muskelfasern, die zur Mittellinie fächerartig divergiren.

Ueber diesen Fasern, näher zur Prostata, erweisen sich noch andere, die sagittal nach hinten gerichtet sind, und die die pars membranacea urethrae zu beiden Seiten umfassen; noch höher sieht man eben so gerichtete Fasern sich auf die Prostata wenden. Setzt man die Präparation auf jeder Seite weiter fort, so trifft man unten noch Querfasern, die vom Schambein ausgehend sich hinter die Harnröhre richten und hier die Cowper'schen Drüsen bedecken. Bei dieser Präparation kann man sich auch genau von der Lage der Fascien zu beiden Seiten, hinter, unter und über der Prostata und den hier um die pars membranacea urethrae gelagerten Muskelfasern überzeugen. Sehr belehrend und überzeugend sind auch die Präparate, die erhalten werden, wenn man, an frischen oder gefrornen Becken, nach Durchschneidung der Synchondrosis pubis, gerade auf die Mitte der Harnröhre, Prostata, Harnblase und Mastdarm zuschneidet und das Kreuz- und Steissbein längs der Mitte durchsägt. Präparirt man an diesen Präparaten von innen nach aussen, von der Harnröhre ausgehend, so sieht man ebenfalls die sagittalen und Querfasern, die sie umgebenden Fasern und das Verhältniss der Muskelfasern zu den hier gelagerten Venengeflechten Bei allen diesen Präparationsmethoden müssen die Muskeln sehr vorsichtig und genau in der Richtung ihrer Fasern präparirt werden, da sonst sehr leicht sich künstliche Präparate herstellen lassen.

Nach Beschreibung der angewandten Präparationsweise will ich jetzt zur näheren Einsicht der hier befindlichen Muskeln übergehen.

Musculus constrictor urethrae membranaceae s. constrictor isthmi urethralis.

Mit dieser von Joh. Müller eingeführten Benennung muss ich einen anderen, als den von ihm beschriebenen Muskel bezeichnen, und gerade den, dessen Existenz Joh. Müller gegen Wilson bestritt. Ich glaube den gleich zu beschreibenden Muskel gerade mit diesem Namen bezeichnen zu können, weil er wohl am meisten seiner physiologischen Bedeutung entspricht. Woher ist aber dieser Muskel so oft bestritten und in der letzten Zeit fast allgemein geleugnet worden? Ich glaube diesen Umstand folgendermassen zu erklären: 1) ist man bei der Beschreibung dieses Muskels meistens den Untersuchungen von Joh. Müller gefolgt, wie z. B. Theile,[1]) Luschka,[2]) u. s. w., der ihn scheinbar theilweise (untere Fasern) als stratum circulare m. constric. isthmi ureth. beschreibt, theilweise (obere Fasern) mit dem m. levator ani verbindet;[3]) 2) wird er immer mit dem m. levator ani zusammengeworfen (J. Müller, Kohlrausch,[4]) Arnold,[5]) Theile, Luschka u. s. w.), obgleich er eine von letzterem verschiedene physiologische Bedeutung hat und von diesem Muskel durch Venengeflechte und eine deutlich ausgesprochene, starke Fascie abgeschieden ist, worauf schon Wilson, Thompson, Denonvilliers, Velpeau und Richet hingewiesen haben; 3) ist er wohl meistens,

1) J. Th. v. Soemmering, Lehre von den Muskeln und Gefässen. I. Abth. Leipzig, 1841. S. 114—116.

2) a. a. O.

3) Joh. Müller (a. a. O. S. 10) sagt bei der Beschreibung des M. levator ani, dass seine innersten Bündel an den M. transversus profundus grenzen, welcher als die Fortsetzung des levator betrachtet werden kann.

4) Zur Anatomie und Physiologie der Beckenorgane. Leipzig 1858. S. 48—50.

5) Handbuch der Anatomie des Menschen. II. Bd. 1. Abth. Freiburg im Br. 1845 S. 207.

nach der Präparationsmethode von Joh. Müller, nur von vorn untersucht worden, wo wegen der ihm eng anliegenden Venen der Verlauf seiner Fasern leicht maskirt wird, und ausserdem sind keine Control-Präparationen von der Seite und von innen unternommen worden.

Nach den oben angeführten Präparationsmethoden untersucht, erweist sich dieser Muskel folgender Massen:

Lage: Der M. constrictor urethrae membranaceae befindet sich zu beiden Seiten der pars membranacea urethrae; nach oben grenzt dieser Muskel an die Prostata, und manchmal gehen einige Fasern zu den Seitenflächen dieses Organs. An seiner Aussenfläche lagert sich ein Venengeflecht, — der Cingulus venosus prostatico-urethralis Lenhossek,[1]) — nach aussen vor welchem ein Fortsatz der fascia pelvis sich befindet.

Nach vorne von diesem Muskel ist der Labyrinthus venosus Santorini gelagert, der an die innere Fläche der Synchondrosis pubis grenzt, und nach hinten befindet sich ein Fortsatz der fascia pelvis — die Fascia recto-vesicalis s. Tyrell. Unter diesem Muskel liegen mehr nach vorn Querfasern, die Mm. transversi urethrae, mehr nach hinten, die Cowper'schen Drüsen und die Mm. transversi perinei profundi, und unter diesen Muskeln und Drüsen befindet sich erst die Fascia perinei profunda.

Ursprung: Bei der Präparation von der Seite und von vorn, sowie auch an in der Mitte durchschnittenen Präparaten überzeugt man sich, dass die Fasern dieses Muskels sich nicht bis zur Innenfläche der Synchondrosis pubis verfolgen lassen, sondern dass sie von den Wänden des Venengeflechtes des Labyrinthus venosus Santorini und von dem dieses Geflecht eng anliegenden und bis zur Synchondrose reichenden Bindegewebe beginnen. Eine runde Sehne, von der Innenfläche der Synchondrose beginnend, wie sie hier Wilson beschreibt, habe ich nicht finden können; besondere Berücksichtigung, glaube ich, verdient das Verhältniss der sehnigen oder elastischen

1) Das venöse Convolut der Beckenhöhle beim Manne. Wien. 1871. S. 8—10.

Ursprungsfasern zu den Venenwänden, was bis jetzt unbeachtet geblieben ist, während gerade dadurch dieser Muskel nicht allein die Bedeutung eines sphincter urethrae erhält, sondern auch bei der geschlechtlichen Erregung des Gliedes thätig sein kann.

Verlauf: Die so beginnenden Ursprungsfasern gehen sogleich in gewöhnlich blass-röthliche Muskelfasern über, die auf beiden Seiten fächerartig nach oben, gerade nach hinten und theilweise schräg abwärts sich richten.

Die obersten Fasern sind nicht immer deutlich ausgeprägt, wenn sie deutlich zu erkennen sind, so erweist sich, dass sie zur Seitenfläche der Prostata gehen und sich hier, bis zur Mitte dieser Fläche angelangt, verlieren. Die mittleren und unteren Fasern gehen zur pars membranacea Urethrae, legen sich seitlich an diese Röhre an und richten sich weiter nach hinten und nach unten, wobei sich diese Fasern hinter ihr wieder von beiden Seiten nähern und folglich die Harnröhre, wie durch einen Schlitz, zwischen sich passiren lassen. Nach innen von diesen sagittalen Fasern erweisen sich ausserdem noch solche, die die Harnröhre kreisförmig umgeben; deutlicher sieht man sie, wenn man die in der Mitte durchschnittene Harnröhre von innen nach aussen präparirt, oder wenn man bei der Präparation von vorn diese Röhre gleich unter der Prostata horizontal durchschneidet. Die Aussenfläche dieser Muskelfasern ist gewöhnlich nicht ganz glatt, in Folge dessen die Richtung der Fasern nicht deutlich genug ausgeprägt ist. Dieses hängt davon ab, dass die Fasern nicht allein in der Mittellinie, sondern auch etwas seitlich von den Wänden des Venengeflechtes beginnen und diese letzteren gewöhnlich quer durchschnitten werden, ausserdem liegen die Venen des Cingulus venosus prostatico-urethralis ziemlich eng an dieser Aussenfläche des Muskels und lassen sich nur bei vollständiger Präparation nach der Richtung der Muskelfasern von letzteren rein ablösen.

Insertion: Die Fasern dieser Muskeln treffen hinter und unter der Harnröhre von beiden Seiten zusammen, verflechten sich und gehen in sehnige und elastische Fasern über, die an

der vorderen Fläche des unteren Theiles der Fascia recto-vesicalis und mit den untersten Fasern am septum perineale endigen. Die obersten Fasern endigen, wenn sie erkennbar entwickelt sind, auf der Seitenfläche der Prostata, indem sie sich in der äusseren Schicht dieses Organs verlieren. Ueberhaupt muss von diesen Muskeln bemerkt werden, dass ihre Fasern nicht immer deutlich ausgeprägt, und dass sie nicht leicht zu verfolgen sind; nur bei muskulösen, gut entwickelten Subjecten ist es möglich, bei vorsichtigen Präparationen, sie vollständig darzustellen; bei schwach entwickelter Muskulatur sind gewöhnlich die obersten Bündel gar nicht zu verfolgen, und der die pars membranaceae urethrae umgebende Theil blass und undeutlich.

Durchmesser: Die Länge (in sagittaler Richtung von vorne nach hinten) des M. constrictor urethrae membranaceae beträgt im mittleren und unteren (membranösen) Theile der Harnröhre von 22 — 24 Mm., das Maximum steigt bis auf 38 Mm. und das Minimum fällt bis auf 20 Mm., im oberen Theile (auf .der Prostata) 16 — 18 Mm., Maximum = 32 und Minimum = 11 Mm. Die Breite des Muskels (von oben nach unten) ist: am membranösen Theile = von 14—16 Mm, Maximum = 24 Mm., Minimum = 12 Mm.; am prostatischen Theile = 6 —7 Mm., Maximum 18 Mm., Min. 4 Mm. Die Dicke ist 2 ½—3 Mm., Maximum 4 Mm., Min. 2 Mm.

In 200 Fällen fehlte der prostatische Theil 41 Mal, folglich existirt er nicht in 20·5 %.

Wirkung: Nach der Insertion und dem Verlaufe des Muskels zu urtheilen wirkt der Muskel wohl: 1) hauptsächlich als Schliesser des membranösen Theiles der Harnröhre und 2) spannt er bei seinen Contractionen die Wände des Venengeflechtes des Labyrinthus venosus Santorini, bewirkt eine Füllung dieses Geflechtes und trägt hiermit zu einer leichteren Erschlaffung des erigirten Gliedes bei.

Musculi transversi perinei.

Die Musculi transversi perinei werden in den verschiedenen Werken nicht nur im Verlaufe und ihrer Befestigung abweichend beschrieben, sondern sie werden sogar ihrer Zahl

und ihrem Verhältnisse zu den benachbarten Muskeln nach verschieden angegeben.

Gewöhnlich werden nach dem Vorbilde von B. J. Albinus[1]) zwei Muskeln angenommen. Vom transversus perineus sagt Albinus:

„Exilis musculus a tubere ischii juxta ortum Erectoris penis (clitoridis in foemina), procedit in multis hominibus, adscenditque ut ille, magis tamen transversus, donec in perinaeum perveniat, mox ante anum.“ Ausser diesem beschreibt er noch einen: „transversus perinaei alter —. Ortus ab interna parte ossis pubis; circa ejus locum illum, qui medius inter ima tuberis ischii pubisque synchondrosem, procedit introrsum ad perinaeum, seseque continuat pari sui, partimque conjungit cum Transverso praecedente, implicatque corpori illi molli, quod est circum urethram, qua illa parte est ante bulbi initium.“ Der erste Muskel wird gewöhnlich genannt M. transversus perinei superficialis s. posterior (M. transverso-anal. Cruveilhier, ischio-périnéal — Chaussier), der zweite M. transversus perinei profundus s. antérior (M. transverso-uréthral Cruveilhier, M. ischio-rectal s. antérieur — Thomson. M. ischio-pubio-uréthral — Sappey), (Hildebrandt, Weber,[2]) S. Th. Soemmering,[3]) J. Fr. Meckel,[4]) Theile,[5]) Cruveilhier,[6]) Sappey,[7]) Hyrtl,[8]) u. s. w.) Einige Anatomen nehmen nur einen paarigen

---

1) Historia musculorum hominis. Leidne Batavorum 1734. pag. 329—330.

2) Handbuch der Anat. des Menschen. 4. Ausg. II. Bd. Braunschweig 1830. S. 419.

3) Vom Baue des menschl. Körpers. III. Theil. Muskellehre. 2. Ausg. Frankf. a. M. 1800 S. 239—240.

4) Handb. d. menschl. Anat. 4. Bd. Halle u. Berlin. 1820. S. 364—366.

5) S. Th. v. Soemmering. Lehre von d. Musk. und Gefässen des menschlichen Körpers. I. Abtheilung. Leipzig. 1841. S. 111—114.

6) Traité d'Anatomie descriptive 4. Edit. T. I. deux partie. Paris. S. 427—433.

7) Traité d'Anatomie descriptive. T. II. Paris 1868. pag. 282—284.

8) Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 1867. S. 728—729.

Muskel an (Lieutaud,[1]) Velpeau,[2]) Krause,[3]) u. s. w.) Bei Tiedemann, ist ein Muskel abgebildet, dessen Ursprung sich unterhalb dem m. ischio-cavernosus befindet, zwischen diesem Muskel und der Haut, von dem Theile meint, dass er „wirklich nur das vordere Ende eines Theiles des Afterschliessers, also kein selbstständiger Muskel ist.“

Die oben angeführte Beschreibung des transversus perinei von Albinus (1734) passt mehr auf diese Abbildungen, während Soemmering, Theile, u. s. w. Albinus anführen, ihn transversus perinei superficialis nennen und diesen Muskel „an der Innenfläche des aufsteigenden Sitzbeinastes, zwischen dem Sitzbein-Zellkörpermuskel und dem eirunden Loche“ (Theile) entspringen lassen.

Professor W. Gruber nimmt stets in seinen Vorlesungen drei Mm. transversi perinei an: einen superficialis, medius und profundus. Wenn Theile glaubt, dass „nach dem unzweifelhaft richtigen Princip die eigentlichen Dammmuskeln oberhalb des Sitzbein-Zellkörpermuskels, oder höchstens von der fibrösen Umhüllung dieses Muskels entspringen,“ so sehe ich nicht ein, woher dieses Princip „unzweifelhaft richtig“ ist und glaube, dass es weit richtiger sein wird, alle diejenigen Muskeln als transversi perinei zu bezeichnen, die zwischen dem os pubo-ischiadicum und der Mitte des Damms oder dem Septum perineale gelagert sind und den Damm quer durchschneiden, ohne darauf zu achten, ob sie oberhalb oder unterhalb des Sitzbein-Zellkörpermuskels beginnen, und ohne das Verhältniss zu diesem Muskel nur bei der Unterscheidung des superficialis vom medius in Anspruch zu nehmen.

Nach diesem Princip und nach den Verhältnissen dieser Muskeln zu den umgebenden Fascien müssen unbedingt nach

---

1) Anatomie historique et pratique. T. 2 de Paris 1777. pag. 200—201.

2) Traité complet. d'Anat. chirurg. 3. édit. T. II. Paris. 1837. pag. 223—224.

3) Handbuch d. menschl. Anatomie. I. Bd. 1. Abth. Hannover. 1833. S. 578.

Gruber drei Mm. transversi perinei angenommen werden, ein superficialis, medius und profundus.

1. Musculus transversus perinei superficialis.

Dieser Muskel kommt sehr selten vor, in 142 Fällen, die in Bezug auf ihn angemerkt sind, erwies er sich nur 2 Mal auf beiden Seiten, 9 Mal auf einer Seite und namentlich 6 Mal rechts und 3 Mal links. Folglich kommt dieser Muskel überhaupt in 7·74% der Fälle vor.

Lage: Um diesen Muskel zu sehen, wird zuerst ein Hautschnitt gemacht, der an der Basis des os coccygis beginnend, längs der regio glutea sich nach aussen von der Tuberositas ossis ischii hinzieht und dann einwärts zur Mitte der hinteren Fläche des Scrotum fortgesetzt wird und hier endigt.

Zu diesem Hautschnitte wird noch ein zweiter geführt, der im vorderen Theile des Afters beginnend, zum hinteren Rand des Sitzknorrens bis zur Kreuzung mit dem ersten Schnitte geht. Parallel dem zweiten Schnitte wird auf jeder Seite ein Hautlappen nach vorn abpräparirt und zurückgeschlagen. In der tiefen Lage der Fettschicht finden sich manchmal Muskelbündel, die quer zwischen dem vorderen Ende des Afters und der Oberfläche des Sitzknorrens gelagert sind.

Diese Bündel befinden sich immer unter der lamina superficialis fasciae ano-perinealis propriae.

Die oberflächliche Lage dieses Muskels und sein Verhältniss zur Fettschicht tragen viel dazu bei, dass er leicht mit der Fettschicht zugleich weggeschnitten wird.

Ursprung: Der Musculus transversus perinei superficialis beginnt sehnig, von der die untere Fläche des Sitzknorrens bedeckenden Fascie, von der Mitte oder öfter vom vorderen Drittel der unteren Fläche dieses Knorrens. Die Fasern beginnen wie von der hier gelagerten Fascie, so auch vom Maschengewebe der Fettschicht, das hier deutlich entwickelt ist.

Verlauf: Die sehnigen Fasern dieses Muskels gehen bald in Muskelfasern über und richten sich nach innen, zum vorderen Ende des Afters so, dass man bei den Bündeln

dieses Muskels eine obere und untere Fläche, einen vorderen und hinteren Rand unterscheiden kann.

Insertion: Vor dem After gehen die Fasern des transversus superficialis nicht in die Fasern des m. sphincter externus über, wie es bei Tiedemann abgebildet ist, sondern sie verflechten sich theilweise mit den oberflächlichen Fasern dieses Muskels, die meisten aber endigen am septum perineale d. h. am bindegewebigen Streifen, welcher zwischen dem vorderen Ende des Afters und der Mitte des hinteren Endes des bulbus urethrae gelagert ist und die hier übereinander gelagerten Fascienschichten mit einander verbindet.

Grösse: Die Länge des Musculus perineus superficialis beträgt von 5 Cm. 8 Mm. bis 7 Cm. 2 Mm. Seine Breite von $3^1/_2$—6 Mm. und seine Dicke von $1^1/_2$—2 Mm.

2. Musculus transversus perinei medius (s. superficialis auct.).

Dieser Muskel ist viel beständiger als der vorhergehende, er kommt gewöhnlich auf beiden Seiten vor. In 180 Fällen, wo er gemessen wurde, fehlte er auf einer Seite 45 Mal und namentlich rechts 27 Mal und links 17 Mal, er fehlte auf beiden 9 Mal, folglich wird er in 100 Fällen fehlen auf einer Seite 25 Mal, auf beiden 5 Mal; oder einerseits in 4 Fällen 1 Mal und beiderseits in 20 Fällen 1 Mal.

Lage: Der transversus medius ist gelagert zwischen dem aufsteigenden Aste des Sitzbeines und dem septum perineale. Unter dem Muskel ist die lamina superficialis und über ihm die lamina profunda der fascia ano-perinealis propria; längs seinem hinteren Rande verbinden sich diese beiden Schichten zu einem Blatte. Unter und vor dem Ursprunge dieses Muskels ist der Ursprung des M. ischio-cavernosus; vor ihm ist das bisweilen vorkommende caput accessorium des M. bulbocavernosus s. ischio-bulbosus Cuvier gelagert. Unter ihm verläuft gewöhnlich ein Ast oder der ganze N. perineus und die Arteria und Vena perineae, von der, längs dem hinteren Rande des Muskels, die Arteria transversa perinei abgeht. Vom transversus perinei superficialis ist der medius durch die

lamina superficialis und vom transversus profundus vermittelst der lamina profunda der fascia ano-perinealis propria geschieden.

Ursprung: Gewöhnlich beginnt der transversus medius sehnig von der Innenfläche des aufsteigenden Astes des Sitzbeines, über dem Ursprunge des m. ischio-cavernosus.

Manchmal sind zwei durch einen Schlitz von einander getrennte Köpfe; in einem Fall begann dieser Muskel sogar mit drei gesonderten Bündeln, einem hinteren, vorderen und zwischen ihnen und etwas tiefer liegenden mittleren Bündel. Das erste Bündel begann sehnig von der Innenfläche des aufsteigenden Astes des Sitzbeines, das vordere Bündel vom fibrösen Ueberzug des corpus cavernosum penis; diese Fasern konnten bis zur Gegend der Verbindung des aufsteigenden Sitzbeinastes mit dem absteigenden Schambeinaste verfolgt werden. Das mittlere Bündel entsprang theilweise auch von diesem Ueberzuge, hauptsächlich aber von der unteren Fläche der lamina profunda der fascia ano-perinealis propria.

Zwischen dem vorderen und hinteren Bündel blieb ein Raum von 2 Cm. 4 Mm übrig. Diese Bündel waren besonders links entwickelt.

Verlauf: Die sehnigen Fasern gehen bald in Muskelfasern über, richten sich zur Mittellinie des Dammes und namentlich zum Septum perineale. Beim breiten Ursprunge, oder auch bei der Existenz zweier oder mehrerer Bündel ist der Muskel ein mehr fächerartiger, mit äusserem breitem Rande und innerer, zum septum perineale gerichteter Spitze, mit vorderem und hinterem Rande und oberer und unterer Fläche.

Insertion: Am septum perineale angelangt endigen hier die Muskelfasern, indem sie in einen Bindegewebsstreif übergehen, der im vorderen Theile des M. sphincter externus beginnt und an den hinteren und mittleren Fasern des M. bulbo cavernosus endigt. Dieser Streif lässt sich weiter nach oben verfolgen und reicht bis zur Mitte der hinteren Wand der pars membranacea urethrae; er verfliesst folglich auch mit der Lamina profunda der fascia ano-perinealis propria.

Selten sieht man einzelne Fasern des transversus medius

zum sphincter externus oder bulbo-cavernosus übergehen. In solchen Fällen gehen die Fasern gewöhnlich in die Muskeln der entgegengesetzten Seite über. Immer endigen die meisten Fasern des transversus medius am septum perineale.

Grösse: Die Länge des m. transversus medius ist bei Männern gewöhnlich von 38 — 44 Mm., das Minimum ist = 24 Mm,, das Maximum steigt bis 54 Mm.; bei Frauen ist der Muskel länger, von 54—58 Mm., Minimum = 50 Mm., Maximum bis 64 Mm. Bei der Existenz von mehreren Bündeln variirt die Länge dieser Bündel zwischen 27 und 36 Mm., bei Männern.

Seine Breite ist gewöhnlich grösser nach aussen und geringer näher zum septum perineale; in der Mitte ist sie gewöhnlich = 5—6 Mm., Minimum = 4 Mm, Maximum = 9 und sogar bis 14 Mm.; am Ursprung ist sie = 9—14 Mm. und kann bis 29 Mm. steigen; am Septum = 4—5 Mm. und steigt bis 14 Mm., das Minimum = 3 Mm. Die Dicke dieses Muskels ist = $2^1/_2$—$3^1/_2$ Mm., Minimum = 2 Mm., Maximum = 4 bis 5 Mm.

3. Musculus transversus perinei profundus.

Dieser Muskel ist der beständigste von allen transversi perinei, er ist manchmal schwach entwickelt und fehlte einseitig nur in 8 Fällen, 5 Mal links und 3 Mal rechts in 180 Fällen, er fehlte folglich einseitig in 4·44 % der Fälle. In drei Fällen war dieser Muskel auf beiden Seiten nur auf einige blasse Fasern reducirt, die nur mit Hülfe einer Loupe unterschieden werden konnten.

Lage: Um diesen Muskel zu sehen, werden am Präparate, wo der transversus medius dargestellt ist, an beiden Seiten die Mm. ischio-cavernosi zugleich mit den Wurzeln der corpora cavernosa penis dicht am Knochen abgetrennt und nach vorne zurückgeschlagen. Darauf wird der M. bulbo cavernosus vor dem septum perineale durchgeschnitten, zugleich mit dem bulbus urethrae von der darüber liegenden Fascie vorsichtig abpräparirt, (wobei besondere Vorsicht die Loslösung des Colliculus bulbi intermedius Kobelt verlangt, und alles bis zur unte-

ren oder hinteren Wand der Urethra abgelöste nach vorn umgeschlagen.[1]) Bei der Ablösung des Colliculus werden immer Venen und die Art. bulbosa propria (Kobelt) durchschnitten. Hierauf wird die lamina profunda der fascia ano-perinealis propria quer, vor und parallel dem vorderen Rande des M. transversus medius durchschnitten und ebenfalls von dem darauf liegenden Theile geschieden und nach vorne zurückgelegt. Jetzt erst sieht man Querfasern von aussen zur oberen Fortsetzung des septum perineale gehen, diese gehören dem M. transversus profundus (Fig. 5.) an. Ueber diesem Muskel mehr nach aussen liegt der untere Theil des Cingulus venosus prostatico-urethralis (Lenhossek) und mehr nach innen der untere Rand der hinteren Hälfte des M. constrictor urethrae membranaceae und theilweise die Glandulae Cowperi. Unter dem Muskel ist die Lamina profunda der fasciae ano-perinealis propriae. Hinter diesem Muskel ist die sogenannte Fascia Tyrell gelagert. Nach aussen die Art. pudenda interna und eine Pars decendens interna (anterior) der fascia pelvis. Vor der Insertion des transversus profundus ist der untere Theil der pars membranacea urethrae gelagert, vor dem Ursprunge dieses Muskels — der M. transversus urethrae.

Ursprung: Der M. transversus perinei profundus beginnt von der Innenfläche des Ramus descendens pubis, gleich über der Stelle der Verbindung dieses Astes mit dem Ramus ascendens ischii. Die Fasern sind meist sehnig und reichen nach vorn bis zum Ursprung der Fasern des M. transversus urethrae. Ueber diesen Ursprungsfasern befestigt sich am Knochen der vordere Theil vom Processus lateralis internus fasciae pelvis, gleich unter ihm die Lamina profunda der fascia ano-perinealis propria.

Unter dem Ursprunge liegt die Art. pudenda interna und mehr nach innen ein Venenplexus.

Verlauf: Die Fasern dieses Muskels gehen bald in Muskelfasern über und richten sich quer nach innen und hinten und entfernen sich hierbei von den Querfasern des M.

---

1) Die männlichen und weiblichen Wollustorgane des Menschen. Mit 5 Tafeln. Freiburg im Breisgau. 1844. S. 12.

transversus urethrae, die sich vor die Urethra lagern. Am Bauche des M transversus profundus ist deutlich eine obere und untere Fläche, ein breiter vorderer und hinterer Rand zu unterscheiden. Die Fasern richten sich nach hinten zur hinteren Fläche der Urethra. Je näher die Fasern dieses Muskels der Harnröhre kommen, desto mehr divergiren sie mit den Fasern des M. transversus urethrae und zwischen ihnen lagern sich Venengeflechte des Circulus venosus prostatico-urethralis.

Insertion: An der Mitte der hinteren Fläche der pars membranacea urethrae angelangt, begegnen sich die Fasern des transversus profundus mit den gleichen Fasern der gegenüberliegenden Seite; einige von ihnen scheinen grade ineinander überzugehen, andere gehen in einen Streifen Bindegewebe über, der sich als oberer Theil des Septum perineale erweist und nach vorn mit der hinteren Wand der Harnröhre zusammenhängt; endlich endigen einige Fasern an den Wänden der hier verlaufenden Venen. Da dieser Bindegewebestreif mit der Lamina profunda der Fascia ano-perinealis propria zusammenhängt, so ist nur an der Insertion ein Verfliessen der Fasern dieses Muskels mit der genannten Fascia aufzuweisen; an den übrigen Stellen lösen sich die Bündel des transversus profundus ganz deutlich von dieser Fascie ab und vereinigen sich nicht mit ihr. Hinter dieser Insertion ist der Processus descendens medius fasciae pelvis, darüber das hintere Ende des M. constrictor urethrae.

Grösse: Die Länge des M. transversus profundus beträgt bei Männern von 28—34 Mm., das Minimum fällt bis auf 21 Mm. und das Maximum steigt bis 37 Mm.; bei Weibern ist die Länge = 42—46 Mm., Minimum = 34 Mm., Maximum = 49 Mm. Die Breite des Muskels ist = 5—7 Mm., Min. = 4 Mm., Max. = 9 Mm. Die Dicke ist = $2^1/_2$—3 Mm., Min. = 2 Mm., Max. = 4 Mm. Am Ursprunge ist der Muskel gewöhnlich etwas schmaler und nach innen, zum septum perineale, wird er allmälig breiter. Die angegebenen Zahlen beziehen sich auf die Breite der Mitte des Muskels.

Wirkung: Die Mm. transversi perinei wirken wohl alle zusammen als Spanner der Perinealfascien, aber ausserdem

wird wohl bei Contraction, besonders des M. transversus profundus, die hintere Wand der Harnröhre etwas nach hinten gezogen und bei der Ejaculatio seminis et urinae das Lumen dieser Röhre geöffnet. Diese Wirkung kann ohne Zweifel nur bei gleichzeitiger Wirkung beider gleichnamiger Muskeln gedacht werden. Endlich muss der M. transversus perinei profundus noch comprimirend auf die Glandulae Cowperi wirken.

Musculus transversus urethrae.

C. Fr. Th. Krause[1]) beschreibt einen M. urethralis transversus von dem er sagt, „an dem sogenannten häutigen Theile der Harnröhre . . ., sei an ihrer oberen Wand von einer 1''' dicken Lage blassgefärbter querlaufender Muskelfasern, M. urethralis transversus, umgeben, welche zu beiden Seiten mit der Fascia perinaei und den unteren Enden der Mm. pubo-urethralis verwachsen sind.“ Bei J. D. Santorini scheint dieser Muskel in seinen Septendecim Tabulae abgebildet, und bei Guthrie und Joh. Müller wird er wohl als stratum superius des Musculus constrictor isthmi urethralis beschrieben.

Cuvier[2]) beschreibt beim Bären, Waschbären, Hunde und dem grünen Affen (Cercopithecus sabaeus) einen kleinen Muskel, der vom Aste des Corpus cavernosum beginnt und in eine Sehne übergeht, die am Penis unterhalb der Symphyse endigt; bei dem genannten Affen fehlt die mittlere Sehne, und er scheint die Dorsalvene zu comprimiren. (Les ours, le raton et le chien, ont un petit muscle, dont les fibres charnues partent des branches du corps caverneux et se réunissent à un tendon moyen, qui se fixe à la verge au-dessous du pubis. Dans la guenon cullitriche, où nous l'avons également trouvé, il n'avait pas de tendon moyen, et devait servir à comprimer la veine dorsale.)

Houston[3]) soll diesen Muskel, ausser beim Hunde und

---

1) Handbuch d. menschl. Anat. I. Bd 2. Abtheilung. Hannover 1836. S. 529—530.

2) Leçons d'Anatomie comparée. T. 8. Seconde édit. Paris 1846. pag. 234—235.

3) Dublin Hospital Reports 1830. T. V. Das Original habe ich nicht bekommen können s. b. Kobelt l. c. pag. 22.

Dachse, auch beim Menschen gesehen haben. Kobelt[1]) hat ihn beim Hunde, Kater, Haus- und Edelmarder und Iltis beständig gefunden, beim Menschen aber nicht gesehen. Arnold[2]) hat einen Musculus compressor venae dorsalis penis nicht finden können und meint, dass er beim Menschen, wenigstens in der Regel, nicht vorkomme. Ich habe den Musculus transversus urethrae beim Menschen fast beständig angetroffen, er besteht öfterer aus blassen schwach bezeichneten Muskelfasern, kommt aber auch sehr deutlich ausgesprochen vor (in 80 Fällen 29 Mal), er fehlte vollständig in 80 Fällen 12 mal (15 $^0/_0$).

Lage: Der Musculus transversus urethrae ist vor dem M. transversus perinei profundus und der Urethra gelagert. Um diesen Muskel zu sehen, muss man die Synchondrosis pubis in der Mitte vertikal durchschneiden und, sich hart am Knochen haltend, die gleich unter der Synchondrose liegenden Theile vorsichtig ablösen. Zwischen der Innenfläche des absteigenden Schambeinastes, der Vorderwand der Harnröhre und theilweise der Fascia penis findet sich dieser Muskel gelagert. Ueber seinem inneren Theile liegt der M. constrictor urethrae membranaceae und über seinem äusseren Theile ein Venenplexus: der Cingulus venosus prostatico-urethralis. Unter ihm die Art. pudenda interna und dorsalis penis und die Lamina profunda portionis perinealis fasciae ano-perinealis propriae (oder das Ligamentum triangulare urethrae).

Ursprung: Dieser Muskel entspringt, vor dem M. transversus perinei profundus, von der Innenfläche des Ramus descendens pubis, gleich über der Anheftung der Lamina profunda Fasciae perinei propriae, dem Ursprunge der Corpora cavernosa penis und der Gegend des unteren (inneren) Randes des absteigenden Schambeinastes.

Verlauf: Die Fasern des Musculus transversus urethrae richten sich nach innen und vorn, divergiren hierbei nach oben und unten, wodurch der ganze Muskel nach innen zu breiter

---

1) Die männlichen und weiblichen Wollust-Organe des Menschen. Freiburg im Breisgau 1844. S. 22.

2) Handbuch der Anatomie des Menschen. II. Bd. S. 258 Freiburg im Breisgau 1845.

wird und begeben sich zur Vorderfläche der Harnröhre. Die Flächen dieses Muskels sind so gerichtet, dass man eine vordere und hintere Fläche, einen oberen und unteren Rand unterscheiden kann., hierbei ist die Vorderfläche etwas nach oben gewandt und der obere Rand nach hinten.

Insertion; Vor der Harnröhre angelangt, begegnen sich die oberen Fasern des M. transversus urethrae mit ähnlichen Fasern der entgegengesetzten Seite, verflechten sich mit einander und theilweise mit einem Bindegewebestreif der mit der Vorderfläche der Harnröhre verschmilzt. Die unteren Fasern richten sich mehr nach vorn, gehen über der Vena dorsalis penis und unter dem Rande des Ligamentum arcuatum pubis zur fascia penis, wo sie endigen, indem sie sich mit dieser Fascia vereinigen.

Grösse: Die Länge des M. transversus urethrae beträgt 20—24 Mm., Minimum = 15 Mm., Maximum = 30 Mm. Die Breite des Muskels beim Ursprunge ist = $2^1/_2$—3 Mm., Maximum = $3^1/_2$ Mm., in der Mitte = $3^1/_2$—$4^1/_2$ Mm., Maximum = 5 Mm.; an der Insertion ist seine Breite = 5—7 Mm., Maximum = 10 Mm., wobei der zur Fascia penis gehörende Theil $2^1/_2$—3 Mm. und sogar bis 4 Mm. beträgt. Seine Dicke ist = 2—$2^1/_2$ Mm.

Beim Hunde ist dieser Muskel sehr gut ausgeprochen, er beginnt auch vom Randtheil des absteigenden Schambeinastes über der Befestigung der corpora cavernosa, richtet sich nach innen und vorn, zeigt Anfangs längs seinem hinteren (inneren) Rande eine stark ausgesprochene Sehne, in die er endlich übergeht, sich unter dem lig. arcuatum pubis in einen oberen und unteren Ast theilt und mit dem entsprechenden Aste der entgegengesetzten Seite verschmilzt, so dass zwischen diesen Aesten eine quer ovale Oeffnung bleibt, die von ihnen begrenzt wird. Vom Rande der oberen Aeste geht ein Fortsatz nach oben, der sogleich mit dem lig. arcuatum pubis verschmilzt. Vom Rande der unteren Aeste geht ein dünner Fortsatz nach unten und vorn zur oberen Fläche der Fascia penis, mit der er verschmilzt. Durch diese Oeffnung geht die Vena dorsalis penis. Eine Verbindung der Sehnenäste dieses Muskels mit der Harnröhre habe ich nicht gefunden.

Wirkung: Der Musculus transversus urethrae wird wohl ebenso wie der transversus perinei profundus die vordere Wand der Harnröhre spannen und mit dem letzten Muskel zugleich wirkend zur Oeffnung der Harnröhre beitragen; ausserdem kann er noch mit seinen unteren Fasern die Fascia penis anspannen, dabei die vena dorsalis penis comprimiren und somit zur Erection des Gliedes beitragen. Beim Hunde ist er bestimmt als compressor venae dorsalis penis anzusehen und folglich auch bei der Erection thätig.

Caput accessorium M. bulbo-cavernosi s. M. ischio-bulbosus Cuvier.

Santorini bildet einen Muskel in seiner Septendecim Tabulae (Tab. XVI. J.) ab, den Girardi nicht recht zu bezeichnen weiss und von dem er sagt: „Cujus initium cum supra erectores musculos non nihil ad interiora emergeret, in posteriora bulbi satis manifeste adire videbatur.“

J. B. Winslow[1]) (1732) scheint auch diesen Muskel zu meinen, den er „Muscules accessoirs des accélérateurs“ nennt er beschreibt ihn so: „J'ai encore démontré deux Muscules accessoirs de ceux là [ischio-cavernosus], et je les régardais alors comme des Accélérateurs latéraux ou comme les Accessoirs des Accélérateurs. Ils sont attachés plus bas et encore en dedans aux os ischii, que les prémiers ou précedents, et ils les accompagnent à l'Urethra près la bifurcation du Muscle bulbo-caverneux.“

Bei den Wiederkäuern wird dieser Muskel von Cuvier[2]) beschrieben und „M. ischio-bulbeux“ genannt. (Enfin, nous avons trouvé, dans les Ruminants, un ischio-bulbeux, qui s'attache à la tubérosité de l'ischian et s'elève obleguement en dedans pour s'attacher au bulbe avec son semblable..). Arnold[3]) führt an, dass er einige Mal vom hinteren Damm-Muskel m. perineus superficialis s. prosterior Arnold, ein Muskelbündelchen ab-

---

1) Exposit. anat. trait du bas ventre. 1732.
2) L. c. huitième, Paris 1846. pag. 235.
3) L. c. Bd. II. 1845 pag. 259.

gehen sah, welches schräg nach vorn und innen verlief und sich an der Seite der Harnröhrenzwiebel mit dem m. bulbo-cavernosus vereinigte. Kohlrausch[1]) sagt, dass er diesen Muskel öfter gefunden als vermisst habe und nennt ihn den „erector accessorius", nach seiner Beschreibung beginnt er musculös vom tuber ischii und heftet sich an den seitlichen Umfang des corpus cavernosum urethrae, in einer Entfernung von $^1/_2$—$^3/_4$'' von dem hinteren freien Ende des Bulbus. Richet[2]) meint, dass bei muskulösen Subjecten der „Muscle ischio-bulbaire" immer vorkomme und vom os ischii sich zum bulbus begebe. (Chez les individus bien musclés, on rencontre toujours de plus un certain nombre de fibres musculaires obliques en avant qui de l'ischion se portent au bulbe; on leur a donné le nom de muscle ischio-bulbaire.") M. J. Weber[3]) scheint auch dieses Fascikel zu meinen, sowie auch Fr. W. Theile, der nicht weiss, ob er es zum ischio cavernosus, oder als selbstständigen Ischio-cavernosus urethrae oder Retractor urethrae rechnen soll.

Ich habe diesen Muskel oft gesehen, in 120 Fällen existirte er 51 mal, wovon 34 mal beiderseitig und 17 mal einseitig.

Gewöhnlich ist er deutlich ausgesprochen und fehlte öfter rechts als links. Da dieser Muskel wohl keine, vom m. bulbo-cavernosus verschiedene selbstständige Functionen hat, so glaube ich richtiger ihn als Caput accessorium dieses letzteren Muskels zu bezeichnen, besonders da die Bündel dieses Kopfes gewöhnlich in die Bündel des m. bulbo-cavernosus übergehen.

Lage: Das Caput accessorium m. bulbo-cavernosi ist in einer Schicht mit dem M. transversus perinei medius gelagert, im dreieckigen Raume, der innen vom Bulbus urethrae mit dem m. bulbo-cavernosus, hinten vom m. transversus perinei medius, und aussen vom M. ischio-cavernosus begrenzt wird, diesen Raum nennt Richet[4]) „triangle ischio-bulbair." Ueber dem

1) Zur Anat. und Phys. der Beckenorgane. Leipzig 1854. S. 44.

2) Traité pratique d'Anatomie med.-chir. 3. édit. Paris 1846. pag. 711.

3) Handb. der menschl. Anatomie. Bd. I. S. 593.

4) A. a. O. cmp. 711.

Muskel ist die Lamina profunda fasciae perinei propriae ausgespannt, unter ihm die Lamina superficialis derselben Fascie und die Vena und Nervus perinei superficialis. Alle Muskelfasern, die sich zum bulbus urethrae und nicht zum septum perineale richten, müssen zu diesem accessorischen Kopf gezählt werden, während alle zum Septum gehende Bündel in dieser Schicht dem M. transversus perinei medius angehören. Die Präparation dieses Muskels ist gleich der beim M. transversus perinei medius angewandten.

Ursprung: Die Fasern dieses Muskels beginnen meist sehnig von der Innenfläche des tuber ischii, oder von dem aufsteigenden Aste des Sitzbeines, gleich über dem m. ischio-cavernosus. In einigen Fällen beginnt er mit mehreren Zacken (bis vier), ausser von den oben angegebenen Knochenursprüngen, noch von der unteren Fläche der Lamina profunda Fasciae perinei propriae, oder über dem m. ischio-cavernosus in der Gegend der Verbindung des aufsteigenden Sitzbeinastes mit dem absteigenden Schambeinaste, oder auch in der Gegend des letzteren.

Verlauf: Die meisten sehnigen Fasern gehen bald in Muskelfasern über und richten sich nach innen und vorn zur Seitenfläche des Bulbus urethrae; sind mehrere Zacken vorhanden, so verbinden sie sich alle zu einem Bauch, wobei die vorderen Bündel sich nach innen und hinten, die hinteren aber im Gegentheil sich vorwärts wenden und folglich mit den vordern Bündeln convergiren.

Gewöhnlich beginnt dieses accessorische Bündel mit einem schmalen Kopf und verbreitert sich dann allmälig, je näher es zum Bulbus urethrae gelangt.

Insertion: Am Bulbus angelangt, endigt dieser Kopf damit, dass er mit Anschluss an die Fasern des Bulbus-cavernosus sich zur Raphe auf der unteren Fläche des Bulbus richtet und hier mit den entsprechenden Fasern der entgegengesetzten Seite sich verflechtet. Zuweilen gehen diese Muskelfasern nicht bis zur Mittellinie, sondern werden sehnig und endigen an der Seitenwand des Bulbus urethrae, wo sie gleichsam eine Inscriptio tendinea zwischen den Fasern des M. bulbo-caver-

nosus bilden. In einigen Fällen erwies sich längs der unteren Fläche des Bulbus, zwischen den sich hier von beiden Seiten treffenden Fasern, ein deutlich ausgesprochener Bindegewebsstreif, an dem die Fasern endigten.

Grösse. Die Länge des Caput accessorium des M. bulbocavernosus beträgt 55—60 Mm.; sind mehrere Zacken vorhanden, so ist die Länge der kürzeren bis auf 30 Mm.; selten steigt die Länge bis auf 66 oder sogar 70 Mm. Die Breite des Kopfes in der Mitte ist = 5 bis 7 Mm., näher zum Ende bis 9 und sogar 13 Mm., am Ursprunge = 3—4 Mm. bis 7 Mm. Seine Dicke ist = 2—2½ bis 3 Mm.

Wirkung. Wird wohl ebenso wie der M. bulbo-cavernosus comprimirend auf den Bulbus einwirken, oder sobald die Fasern dieses accessorischen Kopfes sich an der Seitenwand befestigen, so bilden sie hier ein punctum fixum für die Contractionen der Fasern des übrigen Bulbo-cavernosus.

Resultate.

1) Der Musculus constrictor urethrae membranaceae s. Wilsonii umgiebt die pars membranaceae urethrae, beginnt von den Wänden des Plexus venosus Santorini, liegt zu beiden Seiten der Harnröhre und endigt an einer oberen Fortsetzung des septum perineale. Der obere Theil dieses Muskels geht zu den Seitenwänden der Prostata. Er wirkt als Constrictor urethrae und trägt wohl auch bei zur Abschwächung der Erection des Gliedes (als relaxator penis), indem er die Venenwände spannt und einen freieren Abfluss des Blutes vom Gliede bewirkt.

2) Dieser Muskel ist genau geschieden von der inneren Schicht des M. levator ani durch eine deutlich ausgesprochene Membran.

3) Die Mm. transversi perinei sind zwischen der inneren Beckenwand und dem septum perineale gelagert. Sie werden durch stark ausgesprochene Fascien von einander geschieden, so dass man einen superficialis, medius und profundus unterscheiden muss. Die Fascien, die diese Muskeln von einander

trennen, sind die Laminae superficialis et profunda der Fasciae perinei propriae.

4) Der M. transversus perinei superficialis kommt nur als seltene Anomalie vor, der transversus medius fehlt nur als Anomalie, am beständigsten ist der M. transversus perinei profundus.

5) Die Mm. transversi perinei spannen die Perinealfascien und der transversus profundus wird wohl noch als Dilatator urethrae wirken. Der M. perineus profundus comprimirt auch die Cowper'schen Drüsen.

6) Der M. transversus urethrae ist vor der Harnröhre gelagert, beginnt von der Beckenwand und endigt vor der Mitte der Harnröhre. Ein Bündel von ihm geht gewöhnlich über die Vena dorsalis penis zur Fascia penis. Er wirkt als Dilatator urethrae und trägt zur Erection des Gliedes bei, indem er die Fascia penis anspannt und dadurch die Vena dorsalis comprimirt.

7) Das Caput accessorium des M. bulbo-cavernosus s. M. ischio-bulbosus ist ein anomaler Kopf des M. bulbo-cavernosus, der vom Tuber ischii oder vom aufsteigenden Aste des Sitzbeines beginnt. Er wirkt ebenso wie der M. bulbo-cavernosus und kann daher wohl nicht als selbstständiger Muskel angesehen werden.

8) Das Caput accessorium M. bulbo-cavernosi liegt in einer Schicht mit dem M. transversus perinei medius, im Triangulus ischio-bulbosus.

Damm- und Beckenfascien.

Bevor ich zur Beschreibung dieser Fascien schreite, fühle ich mich genöthigt, einige Worte über die Fascien überhaupt voranzuschicken, besonders da dieser Aufsatz in deutscher Sprache erscheint. In der deutschen Literatur werden die Fascien überhaupt stiefmütterlich behandelt, man glaubt sie nur vom Standpunkte der allgemeinen Anatomie betrachten zu können und lässt meistens oder ganz ihre praktisch-topographisch-anatomische Bedeutung ausser Acht. Zur Bestätigung meiner Meinung brauche ich nur, ausser den neueren

Lehrbüchern der Anatomie, auf das Werk von Ph. J. W. Henke[1]) hinzuweisen, in welchem diese Richtung wohl ihren Gipfel erreicht hat. In den chirurgischen Werken trifft man wieder auf anatomische Beschreibungen, die wegen ihrer Ungenauigkeit gar nicht zu bewältigen sind, wie z. B. die jetzt von Z. Dittel[2]) veröffentlichte; derselbe schreibt S. 16): „der Musculus transversus profundus zieht von einem Tuber ischii zum anderen" u. s. w. Da ich selber mehrere Jahre Assistent einer chirurgischen Klinik war, so habe ich kennen gelernt, was für eine wichtige Rolle die Fascien bei der chirurgischen Diagnostik und beim operativen Eingriffe spielen, und wende mich daher zur Beschreibung der Damm- und Beckenfascien nicht im Sinne der allgemeinen Anatomie, sondern vom praktisch-topographischen Standpunkte aus. Als Fascien werde ich nur solche feste Bindegewebemembranen annehmen, an denen man deutlich wenigstens eine Faserschicht unterscheiden kann, während ich als Aponeurose nur die bezeichnen werde, bei welcher wenigstens zwei sich rechtwinklich kreuzenden Faserschichten zu unterscheiden sind.

Die einzelnen Dammfascien werden bei den verschiedenen Autoren sehr ungleich benannt. Richet[3]) nimmt eine untere (Aponéurose inférieure), mittlere (Aponéurose moyenne) und obere (Aponéurose supérieure) Aponeurose an.

Nach Entfernung der Haut beschreibt Richet eine Unterhautschicht (couché sous-cutanée), in der er zwei übereinander gelagerte Hauptlamellen unterscheidet; die oberflächliche zellig-adipöse Lamelle (couché cellulo-graisseuse superficielle) dient nach hinten zur Insertion der oberflächlichen Fasern des M. sphincter ani externus und verbreitet sich nach vorn auf das Scrotum und auf das Glied, ist aber hier unter der Tunica dartos gelagert. Nach hinten und zu beiden Seiten geht sie in eine entsprechende Schicht über.

---

1) Beiträge zur Anatomie des Menschen mit Beziehung auf Bewegung. Leipzig und Heidelberg. 1872.

2) Handb. der allg. u. speciellen Chirurgie III. Bd. 2. Abth. 6. Lief. Erlangen 1872.

Traité pratique d'Anatomie. 3ième édit. Paris 1866. p. 708—728.

Das über dieser Lamelle gelegene Blatt entspricht nach Richet der „Aponéurose ano-scrotale“ von Velpeau (Thomson); nach hinten inseriren an diesem Blatte ebenfalls Fasern des M. sphincter ani, zu beiden Seiten des Darmendes senkt es sich in die Fossa ischio-rectalis; vorwärts verlängert dieses Blatt sich in das Scrotum, wo es sich mit den Fasern der Dartos kreuzt. Ausserdem kann dieses Blatt zur Regio praepubica verfolgt werden.

Weiter folgt bei Richet das untere Blatt (Aponéurose inférieure) der Perinealfascien, welches, wie er meint, nicht den Namen einer Aponeurose verdient, da es dünn und zellig ist. Nach vorn geht dieses Blatt in die Fascia penis (gaine fibreuse propre de la verge) über, seitlich befestigt es sich am Arcus pubis; nach hinten umgreift es den hinteren Rand des M. transversus perinei und verbindet sich mit der mittleren Aponeurose. Von der oberen Fläche dieses Blattes gehen Fortsätze nach oben, zur unteren Fläche der mittleren Aponeurose; sie gehen zu beiden Seiten zwischen die Mm. bulbo- et ischio cavernosi und isoliren ebenfalls den M. transversus perinei. Der Raum zwischen dem unteren und mittleren Blatte nennt Richet: „Loge fibreuse périnéo-penienne ou loge périnéale inférieure.

Die mittlere Aponeurose von Richet (ligament périnéal nach Carcassone[1]), triangular ligament of the urethra nach Abraham Colles[2]), aponéurose ano pubienne Velpeau[3]), Fascia perinei propria Camper, Aponéurose périnéale moyenne Blandin) enthält Muskel- und aponeurotische Fasern, Arterien und Venen. Sie ist unter der Symphyse, zwischen den beiden Aesten des Schambeins, ausgespannt, von dreieckiger Form mit vorwärts zum Ligamentum arcuatum pubis (ligament sous-pubien) gerichteter Spitze. Die Basis dieser Aponeurose reicht bis zum Rectum, seitlich befestigt sie sich am inneren Rande

1) Thèse. Montpellier 1821. Das Original habe ich nicht bekommen können, s. Velpeau l. c. p. 211.

2) Surg. Anatomy p. 176—177 etc. Das Original habe ich nicht bekommen können, s. Velpeau l. c. p. 211.

3) Traité complet d'Anatomie chirurgicale. T. 2. Paris 1837. p. 215.

des Arcus pubis, in der Mitte wird sie von der Harnröhre durchbrochen. Ueber der mittleren Aponeurose ist der M. Wilsoni, die Pars musculosa urethrae und Fasern des M. levator ani gelagert. Zwischen dieser mittleren und der oberen Aponeurose ist: „la loge périnéale supérieure ou l'étage supérieure du périné". In diesem Zwischenraum findet Richet den vorderen Theil des M. levator ani (l'extrémité antérieure du releveur de l'anus), den M. Wilsoni, die Prostata, endlich die Portio prostatica und muscularis der Harnröhre.

Die obere Aponeurose (Fascia pelvis J. Cloquet, Aponéurose recto-vésicale Cruveilhier) bildet, von der Beckenhöhle gesehen, eine trichterförmige Schicht, deren Umfang sich an den Wänden der Beckenhöhle befestigt und deren Mitte nach vorne das Collum vesicae und nach hinten den Mastdarm umfasst. — Nach Denonvilliers bildet es sich aus der Vereinigung von vier fibrösen Blättern (Aponeurosen) auf jeder Seite, die vier Muskeln angehören und namentlich den Mm. obturator internus, pyramidalis, ischio-coccygeus und levator ani [1]).

---

1) Arch. général. III. Série. T. III. p. 108–110. Im Original beschreibt Denonvilliers diese Fascien so: „L'aponéurose de l'obturateur interne s'insère: 1) sur les côtés de la symphyse pubienne; 2) sur la circonférence du détroit supérieur du bassin; 3) sur la portion de l'os iliaque qui limite en avant la grande échancrure sciatique et sur l'épine sciatique; 4) sur le bord inférieur du grand ligament sciatique et sur la branche descendante du pubis et ascendante de l'ischion. Le muscle pyramidal est tapissé par une lame cellulo-fibreuse insérée en arrière sur le sacrum, le long des trous sacrés antérieurs, en avant sur l'aponéurose de l'obturateur interne ci-dessus décrite, en bas sur le bord supérieur du petit ligament sacro-sciatique; en haut cette aponéurose présente une échancrure qui laisse passer le vaisseaux et les nerfs fessiers: elle est en outre percée vers le milieu pour le passage des vaisseaux et nerfs sciatiques. L'ischio-coccygien est lui-même recouvert d'un feuillet très-mince, de forme triangulaire, fixé par sa base sur le côté du sacrum et du coccyx, par son sommet sur l'épine sciatique, par ses deux bords sur les bords correspondents du petit ligament sacro-sciatique. Reste le releveur de l'anus. On sait que son bord supérieur se dirige obliquement, de haut en bas et d'avant en arrière, de la partie supérieure du corps du pubis sur l'épine sciatique; eh bien, son aponéurose interne au supérieure s'insère suivant cette ligne sur l'aponéurose de l'obturateur interne, puis

Ausser diesen Aponeurosen führt Richet die von Denonvilliers[1]) beschriebene „Aponéurose prostato-péritoneale“ (Fascia recto-vesicalis Tyrell) an; dieses dreieckige Blatt beginnt mit seiner Spitze von der Oberfläche der mittleren Aponeurose, geht hinter der Prostata nach oben und endigt an der unteren Fläche im Niveau des Blindsackes der Excavatio recto-vesicalis. Seitlich verliert es sich im Zellgewebe mit einem Venengeflecht.

Alle diese Fascien bilden: L'étage supérieur du périné ou loge périneale supérieure,“ worin die Prostata, die Portio prostatica et membranacea urethrae, die Portio anterior des levator ani, der M. Wilsoni, der Plexus prostaticus und etwas Zellgewebe gelagert sind. Die hintere Wand dieses Zwischenraumes wird von der Aponeurosis prostato-peritonealis gebildet, die nach oben bis zur oberen und nach unten bis zur mittleren Aponeurose reicht. Die untere Wand wird von der mittleren Aponeurose, die obere von der oberen Aponeurose dargestellt. Endlich werden die Seitenwände von den Knochenwänden des Beckens geschlossen, die den Zwischenraum zwischen der mittleren und oberen Aponeurose ausfüllen. Dieser Raum wird aber, von jeder Seite, durch eine von Denonvilliers beschriebene Fascie getheilt, die er „Aponéurose latérale de la prostate ou pubio-rectale“ genannt hat. Dieses ist ein unregelmässiges vierkantiges Blatt, welches einerseits von oben nach unten zwischen der oberen und mittleren Aponeurose gelagert ist und andererseits — von vorn nach hinten — vorn am Körper des Schambeines sich befestigt und nach hinten sich an den Seitenflächen des Mastdarmes verliert, wo es sich mit Muskelfasern dieses Darmtheiles kreuzt. Die Aussenfläche dieses Blattes ist concav und hier lagern sich

---

elle se fixe au bord inférieur du petit ligament sacro-sciatique: partie de ces points d'attache, elle va se confondre avec celle du côté opposé dans l'intervalle qui s'étend de la pointe du coccyx au rectum ... J. Richet l. p. c. 715.

1) Archives génerales de Medecine III. Série T. 3. Paris 1837 pag. 108—110.

die Fasern des M. levator ani, die somit von der Prostata, der Harnröhre und dem M. Wilsoni abgesondert werden.

Den äusseren paarigen Raum nennt Richet „loge du relèveur“ und den inneren unpaaren „loge uréthro-prostatique.“

Ich habe hier die Beschreibung Richets angeführt, die sich meist auf die klassischen Untersuchungen von Denonvilliers stützt und der Wahrheit am meisten entspricht. Den Raum, den Denonvilliers so genau beschrieben hat und der von Richet „loge uréthro-prostatique“ genannt wird, ist bei Retzius[1]) als Ligamentum pelvio-prostaticum capsulare angeführt worden.

In der deutschen Uebersetzung wird dieser Apparat als eine Fortsetzung der Fascia pelvis beschrieben, die am Arcus tendineus (Santesson) beginnend vom unteren Theile der Blase über die Prostata hinweggeht, hier sich verdickt und sich dicht an der Drüse festsetzt. Der vordere Theil der Mm. levatores ani auct. liegt dicht längs den Seiten dieser Kapsel, ohne Unterlage einer eigenen Fascie. An der hinteren Fläche der Drüse ist diese Kapsel am dünnsten, geht zwischen ihr und dem Mastdarm hinab, setzt sich unter der Prostata fort, bekleidet den hinteren Theil des Muskelapparates der Urethra nebst den in diesen Theil eingeschlossenen Cowper'schen Drüsen, erstreckt sich an den Seiten gegen die aufwärts steigenden Aeste des Sitzbeines und befestigt sich an diesen letzteren. Zwischen diesen Anheftungsstellen geht sie dünn hinter den Bulbus urethrae hinab und endigt unter einem spitzigen Winkel am s. g. Ligamentum triangulare. Zu den Seiten der Prostata, wo das capsulare Ligament am stärksten ist, erstreckt sie sich nach aussen hin, um sich an den entgegenstehenden Aesten der Sitz- und Schambeine zu befestigen. Die Seitenwände der Kapsel verlassen die Prostata und bedecken die zur Seite liegenden stark entwickelten Plexus venosi pudendales nebst den sie be-

---

1) Hygiea medicinsk och phamaceutisk Monadskrift N. 6. Juni 1849. Deutsch von Fr. Creplin. Archiv f. Anat., Physiol. und wiss. Med. v. Joh. Müller. Jahrgang 1849. Berlin. S. 182—190.

gleitenden Arterien und Nerven. Die Anheftungsstelle an den Seitenrändern der Beckenöffnung erstreckt sich vom horizontalen Aste des Schambeines bis in die Nähe der Sitzhöcker. Die vorderen Ränder dieser Seitenpartien machen den aponeurotischen Theil der Ligamenta pubo-prostatico (pubo-vescialia) aus. Zwischen diesen Ligamenta bildet die Kapsel eine tiefe Grube und bedeckt auch hier die über der Urethra und Prostata, hinter der Synchondrosis pubis zusammentretenden Venengeflechte (Plexus pubicus impar). Die vordere (? untere) Wand der Kapsel wird vom Ligamentum triangulare Colles gebildet.

Die hintere Ausspannung der Kapsel, meint Retzius, sei Joh. Müller's Ligamenta ischio-prostatica, die von Santesson weiter nach vorne verfolgt und Ligamenta pubo-ischiadica prostatae (oder Aponéurose latérale de la prostata ou pubio-réctale Denonvilliers) genannt wurden.

Diese Meinung von Retzius ist nicht richtig, da die von Joh. Müller[1]) beschriebenen Lig. „ischio prostatica — zwei bogenförmige Bänder darstellen, welche unter dem vorderen Rande des levator ani von aussen heraufsteigen und sich an die Seiten des vorderen Endes der Prostata befestigen“ und „in der Mitte zwischen dem aufsteigenden Aste des Sitzbeines und absteigenden Aste des Schambeines vom inneren Rande dieses Knochens entspringen.“

Diese Bänder entsprechen wohl mehr den von Santesson und Denonvilliers beschriebenen.

In der deutschen Literatur sind die Damm- und Beckenfascien am genauesten und den angeführten entsprechend von J. Hyrtl[2]) beschrieben.

Bei Luschka,[3]) der hier eine Fascia pelvis externa com-

1) Ueber die organischen Nerven der erectilen männlichen Geschlechtsorgane des Menschen und der Säugethiere. Berlin. 1836. S. 15.

2) Handbuch d. Topograph. Anat. 6. Aufl. 2 Bd. Wien, 1871. S. 150—164.

3) Die Anatomie des Menschen. 2 Bd II. Abth. Das Becken. Tübingen. 1864. S. 407—420.

munis und propria und eine Fascia pelvis interna unterscheidet, sieht man, wie es meistens bei diesem Autor geschieht, dass er diese Fascien bestimmt nicht nachuntersucht hat und daher wohl viel Worte aber wenig der Wirklichkeit Entsprechendes giebt.

Ich werde nicht weiter die betreffende Literatur anführen, da ich die genausten Ergebnisse über die Damm- und Beckenfascien auseinandergesetzt habe und in den Lehr- und Handbüchern diese Fascien entweder gar nicht oder sehr unvollständig beschrieben werden.

Bei Velpeau, Malgaigne, Thompson u. s. w. entsprechen die Beschreibungen den oben angeführten von Richet und kommen überein oder stützen sich meistens auf die Untersuchungen von Denonvilliers. Ich gehe daher jetzt zu meiner Beschreibung dieser Fascien über.

Die Präparation der Dammfascien von unten ist der oben bei der Präparation der Muskulatur angeführten entsprechend. An der unteren Beckenwand wird der Hautschnitt auf beiden Seiten von der Spitze des Kreuzbeines zur Aussenseite der Tuberositas ischii und weiter nach vorn zum unteren Rande der Synchondrosis pubis geführt. Indem er sich genau an der tiefen Hautschicht hält, wird diese von aussen nach innen zur Mittellinie des Dammes abpräparirt. Darauf wird der äussere Schnitt durch die ganze Fettschicht bis auf die Fascia glutea fortgesetzt und auch diese zweite Schicht zur Mittellinie zurückgelegt. Hierbei erweist sich Folgendes:

Dammfascien (Fasciae perinei).

An der unteren Beckenwand ist am Damm die Regio ano-perinealis von der Spitze des os coccygis, von beiden Seiten weiter nach vorne durch Linien begränzt, die längs dem inneren Rande des M. gluteus maximus zum Sitzbeinhöcker und von hier sich längs dem Rande des aufsteigenden Sitzbein- und absteigenden Schambeinastes bis zum unteren Rande der Synchondrosis pubis erstrecken. Eine von der Mitte des Sitzbeinhöckers einerseits zu der Mitte des entsprechenden Höckers der anderen Seite gezogene Querlinie wird diese

Gegend in eine vordere pars perinealis (région périnéale antérieure Richet, periné Velpeau, Malgaigne, urethral-half Ellis[1]) und eine hintere pars analis (région périnéale postérieure Richet, région anale Velpeau, Malgaigne; rectal half Ellis) scheiden. Durch den oben beschriebenen Hautschnitt wird zuerst die Haut dieser Gegend von beiden Seiten zur Mittellinie zurückgelegt. Weiter folgt eine mehr oder weniger tiefe Fettschicht, die nur längs der Mitte dieser Region von der Spitze des os coccygis um den After und weiter nach vorne zum Scrotum, deutlich ausgesprochen blätterig wird. Nur auf Grund dieser Verhältnisse in der Mitte der Region kann man im Unterhautgewebe (stratum subcutaneum, couche sous-cutanée) eine oberflächliche und tiefe Schicht unterscheiden, wobei die oberflächliche dicke Fettschicht (stratum subcutaneum adiposum) nach vorn in das ungeformte Unterhaut-Bindegewebe des Scrotum übergeht, während die in dieser Gegend schwach ausgesprochene tiefe fibröse Schicht, (fascia superficialis regionis ano-perinealis) sich in die tunica dartos fortsetzt.

Unterhaut Zellgewebe und Fettschicht (stratum subcutaneum adiposum, couche cellulo-graisseuse superficielle Richet). Diese Schicht ist mehr oder weniger ausgesprochen, je nach der Fettschicht im Körper überhaupt. Sie stellt eine Fortsetzung der Fettschicht der Regio glutea dar und verbreitet sich vom inneren Rande des M. Gluteus, wo die Dicke dieser Schicht, bei mässiger Fettablagerung, 8 — 12 Mm. ist, zur Mittellinie der Regio ano-perinealis.

Dem Cavum ischio-rectale (Fosse ischio-rectale Velpeau, Fossa s. Excavatio perinei Theile) entsprechend verdickt sich diese Schicht und giebt nach aufwärts einen Fortsatz, der diese Höhle ausfüllt und die hier gelegenen Gefässe und Nerven (Nervi et Vasa haemorrhoidalia inferiora) umgiebt. Je mehr man sich dem inneren Rande dieser Höhle und der Mittellinie der pars perinealis nähert, desto mehr schwindet

1) Demonstratians of Anatomy. Sixth. edit. London. 1869. S. 447.

das hier enthaltene Fett und in der Umgebung des Afters, sowie nach vorn ist bald eine Zellgewebsschicht von der darunterliegenden Fascie zu unterscheiden. Zu beiden Seiten der pars perinealis ist die Fettschicht wenn auch schwächer ausgesprochen, geht aber doch als solche weiter zur Innenfläche des Oberschenkels und zur vorderen Bauchwand. Von der Spitze des os coccygis zur unteren Peripherie des Afters ist auch ein kurzfaseriges Unterhautgewebe sichtbar. Von diesem Gewebe beginnen hier die oberflächlichsten Fasern des M. sphincter ani externus (oberflächliche Schicht), die zu beiden Seiten des Afters nach vorne gehen und vor ihm ebenfalls, theilweise in dieser Schicht endigen; um den After ist folglich zwischen der oberflächlichen und tiefen Schicht diese oberflächliche Muskelfaserschicht gelagert.

Weiter nach vorn geht die Zellgewebsschicht in das Unterhaut-Bindegewebe des Scrotum über, wo keine Fettschicht existirt.

Die tiefe Schicht des Unterhaut-Zellgewebes (lamina profunda strati subcutanei s. fascia superficialis reg. ano-perinealis; Aponéurose ano-scrotale (?) — Thompson; fascia sous-cutané profond Malgaigne) ist nur, wie schon gesagt, vor der Spitze des os coccygis, in der Umgebung des Afters und nach vorn mit deutlichen meistens longitudinalen Fasern, auf der Mitte der pars perinealis, wo sie weiter in die Tunica dartos des Scrotums sich fortsetzt, zu unterscheiden. Zu beiden Seiten von diesen in der Medianebene liegenden Theilen verliert sie sich in der Fettschicht und kann hier nicht als selbstständige Lamelle dargestellt werden. Zu beiden Seiten des Scrotum geht sie in die Fascia superficialis der Regio praepubica über. Von einer Fortsetzung dieser Lamelle in das Cavum ischio-rectale oder unter diese Aushöhlung, kann gar nicht die Rede sein, da sie sich hier durchaus nicht verfolgen lässt und im Fettgewebe untergeht. An der unteren Fläche dieser Schicht entspringen und endigen ebenfalls Fasern des M. sphincter externus, die vor und hinter dem After sich verlieren. Diese Fascia ist folglich vom ungeformten Unterhaut-Zellgewebe und dem After durch Bündel des äusseren Afterschliessers getrennt.

In der tiefen Lage der Fettschicht findet sich als Anomalie der M. transversus perinei superficialis.

Wenn die ganze Schicht wegpräparirt wird, so entblättert sich zu beiden Seiten der Region die Fascia glutea und in der Regio ano-perinealis die Fascia ano-perinealis propria, die zur besseren Uebersicht in einen hinteren analen Theil (portio analis, Aponéurose ischio-rectale Velpeau) und einen vorderen perinealen Theil (portio perinealis, Aponéurose périneale proprement dite Velpeau) geschieden werden kann.

Portio analis fasciae ano-perinealis propriae s. fascia analis.

Zu beiden Seiten des unteren Mastdarmendes befinden sich conische Höhlen (Fossa ischio-rectalis), die mit ihrer Basis nach unten, innen und vorn gerichtet sind. Velpeau hat sie „Fosse ischio-rectale“ genannt. Nach aussen werden sie von der hinteren Hälfte der Innenfläche der Tuberositas ischii, vom lig. tuberoso-sacrum und vom inneren Rande des M. gluteus maximus begrenzt. Die innere Wand dieser Höhle wird vom Mm. levator ani auct. und sphincter externus gebildet. Nach vorne reicht sie bis zum hinteren Rande des M. transversus perinei medius; hinten trifft die innere Wand mit der äusseren zusammen. Die Höhe der äusseren Wand ist = 35—40 Mm., die der inneren = 42—48 Mm., in der Mitte der Höhle ist sie = 25—30 Mm., (1″—15‴ nach Velpeau). Die Länge der Basis (von vorne nach hinten) ist = 48—52 und bis 60 Mm. (nach Velpeau 2—3″.). Die Breite in der Mitte ist = 30—35 Mm. Durch diese Höhle gehen in querer Richtung zum Mastdarm die Nervi et Vasa haemorrhoidalia inferiora.

Die Portio analis der fascia ano-perinealis propria ist eine Fortsetzung der Fascia glutea. Diese bedeckt den M. gluteus maximus, umgreift seinen inneren und unteren Rand und kommt in der äusseren Wand der Höhle zur Tuberositas ischii und dem lig. tuberoso-sacrum. Hier geht von der Aussenfläche dieser Fascie ein Fortsatz zur unteren Fläche des Ligamentes und verfliesst hier theilweise mit den Fasern dieses

Bandes, theilweise aber setzt es sich in die Lamina media der Fasciae gluteae fort. An dem Höcker verschmilzt die äussere Fläche dieser Fascia ebenfalls mit dem ihn bedeckenden Gewebe und geht nach vorn und aussen in die Fascie (Fascia lata) des Oberschenkels über. Vom Rande des lig. tuberoso-sacrum und vom Höcker geht die portio analis weiter nach oben, noch etwa 12—15 Mm. längs der äusseren Wand der Fossa ischio-rectalis und wendet sich dann nach innen und unten auf die innere Wand, wo sie den unteren Theil des M. levator ani auct. bedeckt und zwischen den Bündeln des M. sphincter externus endigt. Ebenso wie zwischen dem Unterhaut-Zellgewebe und der tiefen Schicht dieses Gewebes oder der Fascia superficialis Bündel des sphincter externus gelagert sind (oberflächliche), ebenso sieht man Bündel dieses Muskels zwischen der letzten Fascie und der Portio analis liegen (mittlere). Hinten reicht diese Portio analis bis zum Seitenrande der Spitze des os coccygis, vorne bis zum hinteren Rande des M. transversus perinei medius. Die Fossa ischio-rectalis wird folglich von dieser Fascie austapezirt und ist unter ihr mit Fett gefüllt. Die Innenfläche der Fascie ist besonders im oberen Theile (der stumpfen Spitze näher) nie glatt, sondern gewöhnlich gehen Fortsätze vom äusseren (aufsteigenden) Blatte zum inneren (absteigenden). Diese Fortsätze kreuzen sich meistens und in den so entstandenen cellulösen Lücken sind immer Fettklumpen enthalten. Das äussere Blatt wird von den Vasa haemorrhoidalia inferiora durchbohrt und nach aussen von diesem Blatte verlaufen von hinten nach vorne die Nervi et Vasa pudenda interna, die der Mitte des Sitzbeinhöckers entsprechend 27—30 Mm. über seiner Fläche gelagert sind. Bei dem Uebergange des äusseren Blattes zum inneren verfliesst die obere Fläche der Portio analis mit der den M. obturator internus bedeckenden Fascie und wird dadurch in ihrer Lage erhalten.

Portio perinealis fasciae ano-perinealis propriae s. fascia perinei.

Am hinteren Rande des M. transversus perinei angelangt, theilt sich die Fascia ano-perinealis propria in ein oberflächliches Blatt (lamina superficialis; Aponéurose inférieure Richet; Aponéurose ano-pénien Velpeau; Proper superficial perineal fascia s. fascia of Colles — Quain), welches unter den transversus medius geht, und in ein tiefes Blatt (lamina profunda: Aponéurose moyenne Richet; Aponéurose ano-pubienne Velpeau; triangulare ligament of the urethra Colles; ligament périnéal Carcassone; Fascia perinei propria Hyrtl; deep perineal or sub-pubic fascia Quain; Perineal aponeurosis Ellis), welches sich über den M. transversus medius nach vorne fortsetzt.

Die Lamina superficialis der Fascia perinei bedeckt von unten die Mm .transversus medius, ischio- und bulbo cavernosi; sie ist eine Fortsetzung der portio analis und befestigt sich längs dem Rande des aufsteigenden Sitzbeinastes bis zum absteigenden Schambeinaste; weiter geht sie, immer die beiden letzten Muskeln bedeckend, auf das Glied in die Fascia penis über; zu beiden Seiten des Gliedes verliert sie sich theilweise in die Regio praepubica, wo sie fest mit dem unterliegenden Gewebe verschmilzt. Dieses oberflächliche Blatt ist eine gleichmässig starke Membran mit deutlichen Querfasern, die die Muskeln an den Radices der Corpora cavernosa penis und die des Bulbus urethrae bedeckt und zwischen diesen Theilen nach unten gerichtete schwache Concavitäten bildet. Den Seitentheilen der Vertiefungen entsprechend gehen von der oberen Fläche dieses Blattes dünne Fortsätze ab, die die Mm. bulbo et ischio-cavernosi bedecken, sich bald zu einem in der Mitte dünnen Blatte verbinden, nach oben bis zur lamina profunda fasciae perinei reichen und hier endigen. Zwischen diesen Fortsätzen und der oberen Fläche der Lamina superficialis bleibt ein dreieckiger Raum, in welchem die Vasa et Nervi perinei gelagert sind, 8—12 Mm. vom Knochenrande entfernt. Diese Gefässe und Nerven durchbohren nach vorne, wo sich die Corpora ca-

vernosa penis et urethrae aneinanderlegen, die Lamina superficialis und gehen in die Nervi et vasa scrotales posteriores über. Diese Nerven und Gefässe (der Durchmesser der Arterie im injicirten Zustande ist = 2 Mm.) kommen vom Nervus pudendus communis und der Arteria pudenda interna, durchbohren die Lamina profunda fasciae perinei, gleich bei ihrem Abgange von der Lamina superficialis und gehen längs der unteren Fläche des M. transversus perinei medius nach vorn. Bei diesen Muskeln angekommen, gehen sie nach innen zum Mastdarme und durchbohren hierbei die Lamina superficialis als Rami anteriores art. haemorhoidalis inferioris mit den gleichnamigen Nerven.

Vor dem M. transversus medius geht, von der Lamina superficialis bedeckt, quer nach innen zum hinteren Theile des Bulbus urethrae die art. transversa perinei (0·6 — 0·8 Mm. Durchmesser im injicirten Zustande.) Weiter nach vorn (20 — 22 Mm. vom hinteren Rande des M. transvers. med.) durchbohrt die Lamina superficialis und geht nach aussen zur Reg. glutea ein arterieller Hautast. Mit diesem Aste durchsetzt das oberflächliche Blatt auch ein Ast, der Nervus cutaneus perinei, vom Cutaneus posterior femoris communis, der über dem Blatte sich zum N. perinei gesellt. Noch mehr nach vorn durchbohren schon die Nervi et Vasa perinei die Lamina. superficialis und endigen als Nervi und Vasa scrotales posteriores Gleich nachdem die Art. perinei die Fascie durchsetzt hat, giebt sie einen Hautast nach aussen ab, der mit den Gefässen der Reg. glutea anastomosirt und manchmal stark entwickelt ist. Gewöhnlich durchbohren schon früher Aeste des N. perinei die Lamina superficialis und endigen in der Haut des Dammes.

Die Lamina profunda fasciae perinei ist eine starke querfaserige Membran, eine Fortsetzung der portio analis, welche, am hinteren Rande des M. transversus sich vom oberflächlichen Blatte absondernd, über diesem Muskel nach vorn verläuft und, — auf jeder Seite schon über den Mm. ischio- et bulbo-cavernosi, der Wurzel der corp. cavernosa penis und dem Bulbus urethrae, — am hinteren genau ausgesprochenen Rande des Ramus ascendens ischii sich befestigt und weiter nach vorn bis zum lig. arcuatum pubis reicht. Vor dem Mastdarme

verbindet es sich am Septum perineale mit dem gleichnamigen Blatte der anderen Seite. Längs der Mittellinie, in einer Entfernung von 8 — 10 Mm. vom lig. arcuatum pubis, wird dieses Blatt von der Harnröhre und hinter ihr vom Colliculus bulbi intermedius Kobelt durchbohrt. Bei vorsichtiger Präparation kann man sich überzeugen, dass die Tunica propria bulbi mit der Lamina profunda verschmilzt und dass der Colliculus über dieses Blatt empordringt. Dieses Blatt ist überhaupt sehr stark näher zum Knochenrande und wird schwächer zur Mitte, wo es perforirt wird. Gewöhnlich wird es nicht von grossen Gefässen oder Nerven durchbohrt.

Bevor wir die über dieser Fascie gelagerten Organe, Nerven und Gefässe erwähnen, müssen wir die Beckenhöhle von oben untersuchen, von welcher wir zuerst das Bauchfell wegpräpariren und so die diese Höhle austapezierende Beckenfascie ebenso wie die von dieser Fascie umgebenen Organe übersehen können.

Die Beckenfascie, Fascia pelvis Cloquet; Aponéurose superiéure Richet; aponéurose recto-vésicale Cruveilhier, obere Mittelfleischaponeurose Hyrtl, Fascia pelvis interna Luschka; pelvic fascia Quain).

Die Beckenfascie beginnt vorn an der Innenfläche des absteigenden Schambeinastes, 30 — 35 Mm. unter dem oberen Rande der vorderen Beckenwand, zu beiden Seiten der Synchondrosis pubis, in einer Entfernung von 6 — 8 Mm. von dessen Mitte, mit zwei stark ausgeprägten sehnigen Schenkeln (lig. pubo-vesicalia s. pubo-prostatica), die zur Harnblase gerichtet, vor dieser mit ihrem inneren Theile bogenförmig in einander übergehen; gewöhnlich enthalten sie Muskelfasern (M. vesicalis Soemmering s. m. depressor vesicae Theile), die zur Harnblase übergehen. Zwischen diesen beiden Schenkeln, der hinteren Fläche der Synchondrosis pubis und der vorderen unteren Wand der Harnblase vertieft die Fascia pelvis sich als sehr dünne Membran und stellt eine Grube dar von 6 — 9 Mm. Tiefe und 12 — 16 Mm. im queren und sagittalen Durchmesser. Weiter beginnt diese Fascie, allmälig dem oberen Rande der Beckenhöhle sich nähernd, längs der Innen-

fläche des horizontalen Schambeinastes bis zur incisura obturatoria; hier begrenzt sie mit einem freien concaven, 15—17 Mm. langen Rande die innere Oeffnung des Canalis obturatorius von unten und entspringt weiter nach hinten, gleich unter der Linea arcuata bis zur Articulatio sacroiliaca. Von hier richtet sich diese Fascie wieder mit einem mehr oder weniger ausgeprägten 35—45 Mm. langen, etwas concaven, die Vasa hypogastrica umgebenden Rande zum unteren, inneren Rande der ersten, vorderen Kreuzbeinöffnung und gelangt endlich hier längs dem Kreuzbeine bis zur Mitte oder dem unteren Theile des 2. falschen Kreuzbeinwirbels. Von den Wänden der Beckenhöhle senkt sich die Fascia pelvis nach unten und innen (Pars parietalis fasciae pelvis Hyrtl) bis zur Höhe der oberen Fläche der horizontal von vorn nach hinten gehenden vorderen Schenkel (lig. pubo-vesicalia), um bald wieder etwas aufsteigend sich in der Umgebung der Aussenfläche des unteren Theils der Harnblase, hinter und über den Samenblasen und dem Mastdarme, zum oberen Theile der Ampulla recti sich zu verlieren (Pars vesicalis fasciae pelvis Hyrtl). Im tiefsten und untersten Theile der absteigenden Beckenfascie sieht man deutlich ausgeprägte sehnige Fasern, die von der Mitte der vorderen Schenkel (lig. pubo-vesicalia) beginnen und nach hinten und etwas aussen zur spina ischii sich richten, wo sie sich verlieren; das ist der Arcus tendineus der fascia pelvis Krause, s. processus falciformis Hyrtl. Nach aussen von diesem Sehnenstreif, meistens seiner Mitte oder hinteren Hälfte entsprechend, finden sich oft Vertiefungen der Fascie, zu denen eine spaltförmige lange Oeffnung führt, die bis 12 Mm. tief sind, und deren Oeffnung von vorn nach hinten 20—25 Mm. lang sein kann. Die absteigende Beckenfascie bedeckt den oberen Theil der Innenfläche des ganzen M. obturator internus, nach hinten bis zum Rande des oberen Sitzbeinausschnittes, nach unten bis zu der Stelle der Beckenfascie, wo von ihrer Aussenfläche die Fasern des M. levator ani auct. beginnen. Hinten werden vom entsprechenden Theile der Fascia pelvis die Wurzeln des Plexus ischiadicus und zwischen diesen theilweise der M. pyriformis,

weiter nach vorne die Vasa hypogastrica und die hier entspringenden Gefässäste umfasst. Der vom Beckentheile des Darmbeines zur Kreuzbeinöffnung ausgespannte Rand ist gewöhnlich nicht frei, sondern wird nur dünner, zerfällt in einzelne Zacken, die sich an der Aussenwand der hier passirenden Gefässe und Nerven verlieren. Ein freier vorspringender Rand lässt sich nur künstlich darstellen, ebenso wie der Processus falciformis fasciae latae von Allan Burns; (der durchaus kein freier Rand ist, sondern sich nur zerfasert und in die, die äussere Oeffnung des Schenkelkanals bedeckende lamina cribrosa aufgeht).

Um jetzt die zwischen der Fascia pelvis und der Fascia ano-perinealis gelagerten Theile zu übersehen, sägt man das Becken seitlich durch die Mitte der Tuberositas ischii, wie oben beschrieben, und nimmt den abgesägten Theil ab. Control-Untersuchungen, die sehr belehrend sind, werden an, in der Mitte (sagittal) durchsägten, Becken vorgenommen, wobei von innen nach aussen präparirt wird, und wo die in der Mitte durchschnittenen Organe und Fascien der Sägefläche parallel abgelöst werden.

Bei der Präparation von aussen nach innen zeigt sich zuerst die Aussenfläche des M. obturator internus. Um diesen Muskel vollständig zu entfernen, wird der aufsteigende Sitzbeinast in seiner Mitte durchsägt und nach aussen etwas zurückgelegt; nach Entfernung des Muskels sieht man die ganze Aussenfläche der absteigenden Beckenfscaie und den von ihr weiter nach unten gehenden Fortsatz (Processus descendens externus).

Wenn wir diesen Fortsatz in der Mitte perpendiculär durchschneiden und ihn nach vorn und hinten zurücklegen, so übersieht man die Aussenfläche des ganzen M. levator auct. (seine äussere Schicht oder den M sphincter ani externus m. und weiter nach innen — seine innere Schicht oder den M. levator ani proprius m.). Sobald auch dieser Muskel perpendiculär durchschnitten nach vorn und hinten zurückgelegt ist, zeigt sich noch ein Fortsatz von der unteren Fläche der Fascia pelvis abgehend (Processus descendens internus), der vorn (pars anterior) zur Seite der Prostata weiter nach

unten reicht und hinten (pars posterior) längs der Seitenfläche des Mastdarms ebenfalls nach unten geht Oeffnet man auch diesen Fortsatz perpendiculär der Mitte des Mastdarms und der Mitte der Prostata entsprechend und löst die hintere Fläche der Prostata und die vordere Fläche des Mastdarmes ab, so stellt sich zwischen ihnen noch ein deutlich ausgeprägtes Blatt dar, das sich auch als medialer absteigender Fortsatz der Fascia pelvis erweist (Processus descendens medius), der aber mit seinen Flächen nach vorne und hinten gerichtet ist. Ich werde jetzt diese Fortsätze einzeln beschreiben.

1. Processus descendens fasciae pelvis externus (Portion inférieure de l'aponéurose de l'obturateur interne — Denonvilliers; feuillet de l'obturateur — Velpeau; the obturator fascia — Quain) beginnt von der Aussenfläche der Fascia pelvis, wo von dieser Fläche die Fasern des M levator ani auct. ihren Anfang nehmen und wo diese Fascie sich mehr nach innen richtet. Dieser Fortsatz richtet sich nach unten und etwas nach aussen, geht zuerst zwischen den Mm. levator ani auct. und obturator internus und weiter nach unten — zwischen dem aufsteigenden (äusseren) Blatte der das Cavum ischio-rectale auskleidenden Fascia analis (portio analis fasciae ano-perinealis propriae) und dem M. obturator internus- und endigt, indem er sich in der ganzen vorderen, unteren und hinteren Umgebung des letztgenannten Muskels befestigt. Im hinteren Theile beginnt bald unter und vor dem Ursprunge der Fascia pelvis, von deren Aussenfläche, ein kurzer Fortsatz (4—8 Mm. breit) der sich längs dem hinteren Rande des M. obturator internus am Rande des grossen Sitzbeinausschnittes bis zur Spina ischii befestigt. Weiter nach unten (15—20 Mm.) beginnt ebenfalls von der Aussenfläche der Fascia pelvis ein grösserer Fortsatz der den M. coccygeus s. ischio-coccygeus bedeckt, zwischen ihm und dem Plexus ischiadicus verläuft und mit der Aussenfläche des Lig. spinoso-sacrum verschmilzt. Vor der spina ischii verbindet sich die Innenfläche dieses Processus descendens durch kurzes, straffes Bindegewebe mit der Kuppel der Fascia analis; er geht dann weiter nach unten und endigt, indem er mit der nach oben und innen gewölbten Fläche des

Lig. tuberoso-sacrum verschmilzt. Dieser Fortsatz wird unter und vor der Spina durch die Nervi et Vasa pudenda durchbohrt, die sich weiter nach vorn zwischen diesen Fortsatz und das aufsteigende Blatt der Fascia analis lagern, folglich in der Aussenwand des Cavum ischio-rectale placirt sind. Im vorderen Theile endigt dieser Fortsatz immer in der Umgebung des M. obturator internus, am absteigenden Schambein- und aufsteigenden Sitzbeinaste, und weiter nach vorn an der Innenfläche der Tuberositas ischii bis zum Lig. tuberoso-sacrum.

2. Processus descendens fasciae pelvis internus (Aponéurose latérale de la prostate ou pubio-rectale — Denonvilliers; l'Aponeurose recto-vesicale (?) Velpeau; Ligamenta pubo-ischiadica prostatae — Santesson). Diesen Fortsatz kann man übersehen, wenn man die äussere und innere Schicht des M. levator ani auct. nach vorn und hinten zurücklegt, oder ganz entfernt. Dieser Fortsatz beginnt von der unteren Fläche der Fascia pelvis, nach innen vom Ursprunge der Fasern des M. levator ani auct. In der Umgebung des oberen Randes der Prostata sieht man beim Abgange dieses Fortsatzes von der Beckenfascie deutlich einen Venensinus durchschimmern. Der vordere Theil dieses Fortsatzes ist das Lig. ischio-prostaticum — Joh. Müller. Dieser Fortsatz beginnt von der unteren Fläche der Beckenfascie, nach innen vom Ursprung des M. levator ani auct. Im vorderen Theile (pars anterior) geht der Processus descendens internus längs der Seitenfläche der Prostata und der um die Pars membranacea urethrae gelagerten Muskeln und Gefässe, richtet sich etwas nach aussen und befestigt sich an der Innenfläche des Ramus descendens pubis und ascendens ischii, gleich unter der Anheftung des Processus descendens fasciae pelvis externus und über der Lamina profunda fasciae perinei propriae. Hinter dem M. transversus perinei profundus verschmilzt der Fortsatz mit dieser Lamina profunda. Gleich über dieser Verschmelzung und unweit vom Knochen wird der Fortsatz von den Nervi et Vasa pudenda communia durchbohrt, die jetzt zwischen ihm und der Lamina profunda, längs der äusseren Wand gelagert sind. — Dieser

starke Fortsatz lässt sich sehr gut von dem oberen Theile und der Seitenwand der Prostata lösen und ist nicht mit ihm verwachsen, sondern sogar durch Venengeflechte (Cingulus venosus prostatico-urethralis — Lenhossek) geschieden. Weiter nach hinten (pars posterior) bedeckt dieser Fortsatz die Seiten und hintere Wand des Mastdarms und dringt hier zwischen den M. levator ani auct. (innere Schicht oder M. levator ani proprius) und die Longitudinalschicht des Mastdarmes, hinten aber zwischen diese Schicht und das Fasciculum sacro-coccygeum s. adjutorium internum mihi (nach unten gehende Schicht des M. recto-coccygeus s. Retractor recti — Treitz s. M. suspenseur du rectum — Berand, Faisceau rétracteur de l'anus — Sappey). Dieser hintere Theil ist auch deutlich ausgesprochen, nur wird er nach unten dünner und verliert sich im Zellgewebe zwischen den Mm. sphincteres ani externi et interni. Zwischen diesem Fortsatze und der Aussenfläche der Ampulla recti ist lockeres Bindegewebe und Fett gelagert. Dieser Fortsatz mit dem folgenden zusammen bildet Quain's recto-vesical fascia.

3. Processus descendens fasciae pelvis medius (Aponéurose prostato-peritonéale — Denonvilliers, Fascia recto-vesicalis — Tyrell [1])). Die Beckenfascie dringt auch zwischen die Harnblase und den Mastdarm ein, bedeckt hier nach vorn die Samenbläschen und die hintere, untere Wand der Harnblase, nach hinten die vordere Fläche des Mastdarmes. Von der Mitte der unteren Fläche dieses Theils der Fascia pelvis geht ein Fortsatz nach unten, zwischen die Prostata, zwischen die, die Pars membranacea urethrae umgebenden, Muskeln einerseits und die vordere Wand des Mastdarms anderseits und endigt, indem er mit der Lamina profunda fasciae perinei propriae verschmilzt. Zu beiden Seiten verschmilzt dieser Fortsatz mit der Innenfläche des Processus descendens internus, wo dieser von der Prostata zum Mastdarme übergeht. An diesem Fortsatze kann man eine vordere und hintere Fläche

1) J. Hyrtl, a. a. O. S. 154.

unterscheiden, er ist dünner in der Mitte und stark an den Rändern, besonders nach unten und seitlich.

Zwischen der Fascia pelvis, deren Fortsätzen, den Wänden der Beckenhöhle, der portio analis und lamina profunda fasciae perinei propriae sind also folgende Theile gelagert:

1) Zwischen der seitlichen Beckenwand, den Ligg. tuberoso- et spinososacrum, dem absteigenden Theile der Beckenfascie und dem Processus descendens externus — der M. obturator internus.

2) Zwischen dem Processus descendens externus und dem aufsteigenden Blatte der Portio analis fasciae ano-perinealis verlaufen die Nervi et Vasa pudend. alia communia.

3) Zwischen dem Processus descendens externus und internus — der M. levator ani auct. und der M. coccygeus.

4) Zwischen der Fascia pelvis oben, dem Processus descendens internus seitlich, dem Processus descendens medius hinten, der Lamina profunda fasciae perinei propriae unten und dem unteren Theile der Synchondrosis pubis vorn, — die zusammen eine Capsula prostato-urethralis (Ligamentum pelvico-prostaticum capsulare — Retzii) bilden, zeigen sich:

Prostata, pars membranacea urethrae, glandulae Cowperi, Mm. constrictor urethrae membranaceae, transversus, perinei profundus, transversus urethrae Colliculus bulbi intermedius Kobelt. In diesen Colliculus dringt hier die Art. bulbosa propria Kobelt ein, von 2·5—3 Mm. Durchmesser (im injicirten Zustande); sie entspringt aus der pudenda communia, von der auch Aeste an die Glandula Cowperi und die pars membranacea urethrae gehen. Längs dem äusseren Rande dieses Raumes gehen die Nervi et Vasa pudendalia communia. Die letztere Arterie giebt vor ihrer Theilung oder schon vor der Art. profunda penis die art. bulbo-urethralis propria Kobelt ab; endlich ist hier noch der Cingulus venosus prostatico-urethralis Lenhossek gelagert.

5) Zwischen dem Processus descendens internus (pars po-

sterior) und medius und theilweise der Fascia pelvis — die pars ampullaris recti; diese Fortsätze bilden eine Vagina partis ampullaris recti.

Um langen Benennungen auszuweichen, könnte man den Processus descendens externus als Ramus obturatorius fasciae pelvis und den Processus descendens internus et medius — als Ramus recto-urethralis fasciae pelvis bezeichnen.

Resultate.

1) In der Regio ano-perinealis ist unter der Haut eine Zellgewebe- und Fettschicht zu unterscheiden; die letztere setzt sich in das Cavum ischio-rectale fort und füllt es aus. Eine zusammenhängende Membran als Fascia superficialis ist nur von der Spitze des os coccygis um den After und weiter nach vorn längs der Mittellinie bis in's Scrotum zu verfolgen, wo es in die Tunica dartos übergeht.

2) Zwischen dieser und der folgenden Fascie oder in der Fettschicht ist anomaler Weise auf einer oder auf beiden Seiten ein M. transversus perinei superficialis gelagert.

3) Die weiter folgende Fascia ano-perinealis propria ist eine Fortsetzung der Fascia glutea. In der Pars analis dieser Region tapeziert diese Fascie das Cavum ischio-rectale aus, in der Pars perinealis aber theilt sie sich, hinter dem Rande des M. transversus medius, in eine Lamina superficialis — die nach vorn in die Fascia penis übergeht, — und in eine Lamina profunda, die am Arcus pubis endigt.

4) Zwischen diesen beiden Blättern sind die Mm. ischio- et bulbo-cavernosi, mit den von diesen Muskeln bedeckten Corpora cavernosa penis et Bulbus urethrae gelagert. Hier sind auch die Nervi et Vasa perinealia et transversalia perinei, sowie der M. transversus perinei medius zu finden. Die Mm. ischio-cavernosi werden von dem bulbo-cavernosus durch dünne perpendiculäre Fortsätze geschieden, die zwischen der Lamina superficialis und profunda gelagert sind. Anomaler Weise existirt zwischen diesen Blättern noch ein Caput accessorium des M. bulbo-cavernosus oder M. ischio-bulbosus. Die Lamina profunda wird von der Harnröhre, dem

Colliculus bulbi intermedius, der Art. profunda penis und bulbo-urethralis durchbohrt.

5) Die zwischen den Beckenwänden, dem Mastdarm und der Harnblase ausgespannte Fascia pelvis giebt auf jeder Seite zwei seitliche (Processus descendens fasciae pelvis externus et internus) und einen mittleren Fortsatz (Processus medius fasciae pelvis).

6) Zwischen der seitlichen Beckenwand und dem Processus descendens externus s. Ramus obturatorius ist der M. obturator internus gelagert. Die äusseren und inneren Fortsätze umgeben bis zur Spina ischii den M. levator ani auct., hinter dieser Spina den M. coccygeus.

7) Der Processus descendens internus (pars anterior) et medius fasciae pelvis, die Lamina profunda fasciae perinei propriae, die Fascia pelvis und der untere innere Theil der Synchondrosis pubis bilden eine Capsula prostato-urethralis in der die Prostata, pars membranacea urethrae, glandulae Cowperi, Colliculus bulbi intermedius, die Mm. constrictores urethrae membranaceae, transversi perinei profundi und transversi urethrae, die Nervi et vasa pudendalia interna, bulbosa et bulbo-urethralia und der Cingulus venosus prostatico-urethralis gelagert sind.

8) Zwischen der Fascia pelvis, dem inneren absteigenden und dem mittleren Fortsatze ist die Ampulla recti gelagert und diese Blätter bilden eine Vagina partis ampullaris recti.

9) Eiteransammlungen in dem Cavum ischio-rectale werden sich nach vorn in das Scrotum verbreiten können. Eiterheerde zwischen der Lamina superficialis et profunda fasciae pelvis werden sich auf die Oberfläche des Penis fortsetzen. Aus der Capsula prostato-urethralis wird sich der Eiter meistens in die Harnröhre ergiessen. Zwischen dem Mastdarme und der Vagina ampullae rect. angesammelter Eiter wird sich nach innen vom Sphincter externus Bahn brechen.

10) Bei der Lithotomie muss die art. perinealis aus dem Operationsfelde bleiben, während die unbedeutende Art. transversa perinei immer in den Schnitt fällt, wie aus dem Verlaufe dieser Arterie zu sehen ist.

St. Petersburg, 20. Januar 1873.

Erklärung der Abbildungen.

Fig I. II. III. IV.

A. Rectum.
B. Vesica urinaria.
C. Prostata.
D. Glandula Cowperi.
E. Bulbus urethrae.
F. Corpus cavernosum penis.
G. Urethra (pars membranacea).
H. Colliculus bulbi intermedius.
I. Cavum ischio-rectale.
K. Ureter.
L. Spina ischii.

1. M. ischio-cavernosus.
2. M. bulbo-cavernosus.
3. Caput accessorium m. bulbo-cavernosi s. M. ischio-bulbosus.
4. M. transversus perinei medius.
5. M. transversus perinei profundus.
6. M. constrictor urethrae membranaceae.
7. M. transversus urethrae.
8. M. levator ani auct.
9. M. sphincter ani externus.
10. Fascia pelvis.
11. Processus descendens fasciae pelvis externus.
12. Processus descendens fasciae pelvis internus.
13. Lamina profunda fasciae perinei propriae.
14. Capsula prostatico-urethralis.
15. Vagina partis ampullaris recti.

Beiträge zur Physiologie von Torpedo.

Von

Dr. Franz Boll,
Privatdocenten und Assistenten am physiologischen Laboratorium der Universität Berlin.

I. Einleitung.

Die vorliegenden Untersuchungen fallen in die Zeit vom 28. Februar bis 7. April dieses Jahres, welche ich in dem Seebadeorte Viareggio bei Pisa zubrachte. Obwohl wesentlich und in ganz überwiegendem Maasse mit mikroskopischen Untersuchungen über die Histiologie von Torpedo beschäftigt, deren Resultate ich an einer anderen Stelle veröffentlichen werde, habe ich doch die Gelegenheit nicht vorüberlassen zu dürfen geglaubt, einen Theil der zahlreichen und wichtigen physiologischen Fragen, die sich an Torpedo knüpfen, auch experimentell in Angriff zu nehmen, und dieselben so weit zu verfolgen, als die Kürze der Zeit, das Provisorische der Einrichtung, und die mitgebrachten experimentellen Hülfsmittel — nur mit den gewöhnlichsten Vorrichtungen zu physiologischen Reizversuchen war ich ausgerüstet — es erlaubten.

Das Meer ist bei Viareggio ungewöhnlich reich an Zitterrochen, und zwar kommt nur Torpedo narke Aristot. (oculata aut.) dort vor. Die beiden anderen Species T. marmorata L. (Galvanii Risso) und Nobiliana Bonap. habe ich dort niemals gesehen. Unter der

grossen Anzahl Torpedines (etwa 60), welche mir während dieser Zeit durch die Hände gingen, waren alle Grössen von 12—40 Cm. Körperlänge vertreten; die meisten Exemplare waren von 30—35 Cm. Länge. Kleinere sowie grössere Exemplare gehörten zu den Seltenheiten.[1])

Die Fischerei wird in Viareggio in zweifacher Weise betrieben: einmal durch grössere Fischerboote, die von 5—6 Personen bemannt, auf die hohe See (nicht selten bis gegen die Insel Corsica) ausfahren, dort zu wiederholten Malen grosse Netze auswerfen und nach ein- bis zweitägiger Abwesenheit meist mit sehr reichem Fange zurückkehren. Die von diesen mitgebrachten frischen Torpedines sind für den Histologen zwar noch sehr wohl, für den Physiologen und Experimentator jedoch nur in seltenen Ausnahmefällen noch zu brauchen; entweder sind sie ganz oder halb todt, oder bereits durch vielfaches Schlagen so ermattet, dass ihre elektrischen Organe nur noch sehr unbedeutender Schläge fähig sind. Unvergleichlich besseres Material liefert dem Physiologen die zweite Methode des Fischfanges, bei welcher bei relativ stillem Meer und bei geringem Wellenschlage von dem Lande aus das Netz durch ein im Halbkreise herumfahrendes Boot ausgeworfen und die Beute unmittelbar aus dem Meere auf den flachen, sandigen Strand gezogen wird. So konnte ich die ganz frischen Torpedines unmittelbar aus dem Meere in Empfang nehmen und in einem grossen Kübel Meerwasser ganz frisch und unversehrt binnen 5 Minuten in meine Wohnung schaffen. Während der ruhigen Tage, welche auf die Aequinoctialstürme folgten, habe ich täglich 5 Torpedines unmittelbar aus dem Meere geholt der

1) Dieser Reichthum des Meeres an Zitterrochen ist für Viareggio, woher schon Matteucci und Rud. Wagner ihr Material bezogen, ein ganz specifischer. In dem nördlich gelegenen La Spezzia sind die Zitterrochen seltener, noch seltener in dem südlich gelegenen Livorno, wo, wie Bonaparte erzählt, Nobili, der speciell um Torpedo zu untersuchen, eine Reise dorthin unternommen hatte, während dreier Wochen nur eine einzige lebende Torpedo erhielt. — Sonst ist übrigens die Fauna von Viareggio nicht sehr reich, namentlich nicht an Plagiostomen, von denen ich reichlicher nur Raja batis und sehr spärlich Akanthias vulgaris gesehen habe.

Vivisection unterwerfen können. Nach meinen Erfahrungen muss ich vollständig Matteucci[2]) beistimmen, nach welchem die Energie der elektrischen Organe in der Gefangenschaft sehr schnell abnimmt; gewisse unten mitzutheilende Versuche, wie z. B. die Erregung der Torpedo durch ihren eigenen Schlag, sind nur an ganz frischen Exemplaren, wie sie mir in Viareggio zu Gebote standen, ausführbar.

Noch einen anderen für den experimentirenden Physiologen, speziell für den Untersucher der elektrischen Fische nicht zu unterschätzenden Vorzug bietet Viareggio: mittelgrosse Exemplare der Rana esculenta finden sich in ausserordentlich reicher Menge in der nächsten Nähe des Orts allenthalben in den hinter den Dünen vielfach vorhandenen Sümpfen und Wasserlachen und sind mit leichter Mühe täglich frisch und vorzüglich erregbar zu haben.

Ueber die Methode der Untersuchung ist noch zu bemerken, dass das stromprüfende Froschpräparat (behäuteter Unterschenkel mit möglichst lang präparirtem N. ischiadicus), dessen Zuckungen mir allein von den elektrischen Entladungen der Torpedo Kunde gaben, auf einer Glasplatte durch Kautschukringe in einer Weise befestigt war, dass ich auch die leisesten Bewegungen der Zehen deutlich zu erkennen vermochte. Der Nerv des stromprüfenden Schenkels lag vor Trockniss geschützt in einem Guttaperchatroge, dessen Wände mit feuchtem Fliesspapier ausgekleidet waren, über zwei Zinkelektroden gebrückt, deren Distanz etwa 1 Cm. betrug. Diese Zinkelektroden standen mit der Stanniolbekleidung zweier Guttaperchaplatten in leitender Verbindung, die ich mir nach dem Vorgange von Faraday (bei Gymnotus) und E. du Bois-Reymond (bei Malapterurus) verfertigt hatte. Dieselben waren der ventralen und dorsalen freien Fläche des elektrischen Organs so genau wie möglich angepasst und wurden beim Beginn eines jeden Versuches dem Thiere so angelegt, dass sie die beiden elektromotorischen Flächen möglichst voll-

1) Traité des Phénomènes électro-physiologiques des animaux. Paris 1844. S. 145.

ständig und anschliessend berührten. Die Empfindlichkeit der beschriebenen etwas primitiven stromprüfenden Vorrichtung liess nichts zu wünschen übrig.

Die Vivisectionen habe ich stets ausserhalb des Wassers angestellt und die Thiere dazu auf ein Brett von trockenem Pinienholze gelegt, resp. durch Nägel befestigt.

Die ersten Versuche, die ich anstellte, waren selbstverständlich der Controle der Versuchsanordnungen sowie der Constatirung derjenigen fundamentalen Thatsachen gewidmet, die für immer die Basis der Physiologie der Zitterfische bilden werden. Wie alle meine Vorgänger, kann auch ich bestätigen, dass eine jede Reizung der Lobi electrici und der elektrischen Nerven — sei es dass man mehrere derselben oder auch nur jeden einzelnen reizt — eine elektrische Entladung des Organs zur Folge hat. Ich habe die Reizungen — abgesehen von den mechanischen — in der verschiedensten Weise angestellt: durch Schliessen resp. Oeffnen eines constanten Stroms (Daniell), sowie durch einzelne Schliessungs- und Oeffnungs-Inductionsschläge. Jedesmal entsprach der Reizung des Nerven eine elektrische Entladung des Organs und eine Zuckung des stromprüfenden Schenkels, so dass also die elektrischen Nerven von Torpedo in jeder Weise dem von du Bois aufgestellten Gesetz der Erregung durch den elektrischen Strom gehorchen. Ebenso, wie du Bois[1]) am Zitterwels und Moreau[2]) am Zitterrochen, erhielt ich auch durch Tetanisiren des N. electricus einen „Tetanus des elektrischen Organs", der sich in dem tetanischen Zustand des stromprüfenden Froschschenkels ausprägte.

II. Sind die Nerven der Torpedo durch den eigenen Schlag erregbar?

Nach diesen einleitenden Versuchen ging ich zu dem Studium einer Frage über, die für mich stets ein besonderes

---

1) Ueber lebend nach Berlin gelangte Zitterwelse aus Westafrika. Monatsber. d. Berliner Akademie. 28. Jan. 1858.

2) Recherches sur la nature de la soucie électrique de la torpille et manière de recueillir l'électricité produite par l'animal. Annales des Sciences naturelles. Quatriéme Serie. Zoologie. XVIII. p. 1. 1862.

Interesse gehabt hat. Dieselbe ist zuerst von E. du Bois-Reymond im Jahre 1843[1]) aufgestellt und später von demselben noch einmal wieder aufgenommen worden.[2])

Es ist lange bekannt, dass die blossgelegten Muskeln und Muskelnerven, dass die elektrischen Nerven der elektrischen Erregung gehorchen. E. du Bois-Reymond hat ferner nachgewiesen, dass der elektrische Schlag wirklich das Innere des Fisches durchdringt und dass nicht, wie früher wohl gemuthmasst wurde, eine isolirende Hülle, eine Vorkehrung irgend welcher Art vorhanden ist, die den Schlag vom Fische abhielte. Weshalb empfindet der Fisch diesen Schlag nicht?

Ich suchte zunächst festzustellen, ob die motorischen Nerven von Torpedo erregbar seien nicht allein, wie längst bekannt, durch die von aussen zugeführte elektrische Erregung z. B. des Schlitteninductoriums, sondern auch durch den eigenen Schlag der Torpedo. Zu diesem Zwecke verband ich die oben erwähnten mit Stanniol bekleideten Guttaperchaplatten, welche dem Fisch an Bauch- und Rückenseite angelegt waren, nicht, wie in den bisherigen Versuchen mit den Elektroden des Guttaperchatroges, auf denen der Nerv des stromprüfenden Froschschenkels auflag, sondern mit einem anderen Paar hakenartig gekrümmter kupferner Elektroden, wie man sich derselben wohl zu Vivisectionen zu bedienen pflegt. Dieses Elektrodenpaar wurde nun nicht einem motorischen Froschnerven, sondern irgend einem beliebigen freipräparirten, motorischen Nerven der Torpedo angelegt. Jedesmal nun, dass das elektrische Organ, sei es bei undurchschnittenen Nn. electrici durch den Willen des Thieres oder reflectorisch, sei es bei durchschnittenen Nn. electrici durch Reizung mittelst des Schlitteninductoriums, einen Schlag gab, zuckten die von dem betreffenden motorischen Nerven innervirten Muskelgruppen, resp. sie geriethen in Tetanus, wenn die Nn. electrici nicht mehr durch einzelne elektrische Schläge erregt, sondern durch den Magnetelektromotor tetanisirt wurden. Man kann also sehr wohl bei Versuchen an Torpedo den stromprüfenden

1) Vorläufiger Abriss einer Untersuchung über den sogenannten Froschstrom und über die elektromotorischen Fische. Poggendorffs Annalen. 1843. Bd. LVIII. S. 29.

2) Ueber lebend nach Berlin u. s. w.

Froschschenkel, das gebräuchliche physiologische Rheoskop völlig entbehren: jeder beliebige motorische Nerv derselben Torpedo, an welcher man den Versuch anstellt, markirt ebenso deutlich wie der Froschschenkel die jedesmalige elektrische Entladung. Die Frage, ob die motorischen Nerven des Torpedo auch ebenso empfindlich sind wie der Ischiadicus des Frosches oder ob der letztere noch durch Stromesschwankungen erregt wird, die die ersteren nicht mehr afficiren, werde ich weiter unten zu behandeln haben.

Ich habe den oben beschriebenen Versuch der Erregung der motorischen Nerven von Torpedo durch den eigenen Schlag des Thieres, wie eben schon gesagt, an den verschiedensten motorischen Nerven, theils spinalen, theils motorischen Trigeminusästen angestellt und stets mit dem gleichen Erfolge. Vorzugsweise hat mir zu diesen Versuchen jedoch ein besonders bequem gelegener Nerv gedient, den ich meinen Nachfolgern auf diesem Gebiete nicht dringend genug empfehlen kann, nämlich der erste Spinalnerv. Wie man auf der vorzüglich getreuen Abbildung Savi's[1]) sieht, stellt derselbe ein breites und flaches Band dar, welches aus etwa 10 einzelnen mehr oder minder von einander getrennten Nervenstämmen zusammengesetzt ist. Die Präparation dieses „ersten Spinalnerven", der dem Plexus cervico-brachialis der höheren Wirbelthiere entspricht, ist sehr leicht und kann namentlich auf das Bequemste mit der Präparation der Nn. electrici, die doch den meisten Versuchen an Torpedo voranzugehen pflegt, verbunden werden.

Der Versuch, die motorischen Nerven von Torpedo durch den eigenen Schlag desselben Thieres zu erregen, gelingt auch dann, wenn der betreffende motorische Nerv vorher nicht durchschnitten, sondern undurchschnitten und in ununterbrochener Continuität mit dem Rückenmark über die Elektroden gebrückt wird. Von dieser Thatsache habe ich mich sowohl an

1) Etudes anatomiques sur le système nerveux et sur l'organe électrique de la Torpille. In Matteucci's Traité etc. Pl. I. Fig. 1.

dem ganzen ersten Spinalnerven, wie an einzelnen Strängen desselben auf das Unzweideutigste überzeugen können.

Noch in einer anderen Weise habe ich diesen Versuch der Erregung der Torpedonerven durch den eigenen Schlag des Thieres abgeändert, indem ich nämlich statt eines motorischen Nerven den elektrischen Nerven der entgegengesetzten Seite substituirte. Es gelang so mit grosser Leichtigkeit und Regelmässigkeit durch den Schlag des rechten elektrischen Organs den elektrischen Nerven der linken Seite zu erregen und eine Entladung im linken elektrischen Organ auszulösen. Diese (secundäre) Entladung des zweiten elektrischen Organs wurde gleichfalls, wie die primäre des ersten durch ein zweites Paar mit Stanniol bekleideter Guttaperchaplatten aufgenommen und entweder auf einen stromprüfenden Froschschenkel oder auf einen freipräparirten motorischen Nerven derselben Torpedo übertragen, der die Entladungen mit derselben Regelmässigkeit anzeigte, als wenn das zweite elektrische Organ gar nicht in den Kreis eingeschaltet wäre. Wurde das primäre elektrische Organ nicht durch einzelne Inductionsschläge gereizt, sondern wurde dessen Nerv tetanisirt, so gerieth auch das secundär gereizte elektrische Organ in Tetanus, wie der Tetanus des mit demselben in leitender Verbindung stehenden Froschpräparats oder der Torpedomusculatur bewies.

In ganz gleicher Weise wie die Erregbarkeit der peripheren motorischen und elektrischen Nerven durch den eigenen Schlag des Thieres, liess sich auch die Erregbarkeit der Centralorgane durch die Entladung des elektrischen Organs nachweisen, indem die mit den Stanniolplatten verbundenen Elektroden entweder in das durchschnittene Rückenmark eingesteckt oder auf den Lobus electricus der anderen Seite aufgesetzt wurden. Im ersten Falle folgten der elektrischen Entladung Zuckungen in dem ganzen von dem gereizten Rückenmark abhängigen Muskelgebiet; im zweiten Falle wurde durch den Lobus electricus ebenso wie in den früheren Versuchen durch den elektrischen Nerven ein secundärer Schlag in dem elektrischen Organe der anderen Seite ausgelöst.[1])

1) Eine ganz besondere Anwendung dieser Erregung der Tor-

III. Von der relativen Erregbarkeit der Torpedonerven.

Nachdem so durch die in den beiden vorigen Abschnitten mitgetheilten Versuche über jeden Zweifel festgestellt worden war, dass die Nerven von Torpedo erregbar sind nicht bloss

---

pedonerven durch den eigenen Schlag besteht in einem Versuche, den ich jedoch nur zweimal und beide Male nicht mit ganz eindeutigem Erfolge angestellt habe. Ich legte mir die Frage vor, ob es nicht möglich sei, den Schlag des elektrischen Organs wie bisher auf den elektrischen Nerven der entgegengesetzten Seite, so auf den N. electricus derselben Seite zu übertragen, d. h. eine Versuchsanordnung zu schaffen, bei welcher das elektrische Organ seinen eigenen Nerven erregt und so in sich selber eine neue Entladung auslöst, die wiederum als Reiz auf den mit dem Organ in leitende Verbindung gesetzten N. electricus wirkt u. s. w., so dass hier eine Art von Perpetuum mobile gegeben wäre, eine ununterbrochen arbeitende Maschine, arbeitend bis zu derjenigen Gränze, welche durch die Ermüdung und abnehmende Erregbarkeit der thierischen Theile gesteckt ist.

Eine derartige Anordnung herzustellen, dazu bietet die Disposition der elektrischen Nerven eine vorzügliche Handhabe in dem Umstande, dass der vorderste elektrische Nerv, der sonst früher sogenannte Ramus electricus Trigemini einen von den vier hinteren elektrischen Nerven, den früher sogenannten Rami electrici N. vagi stark abweichenden anatomischen Verlauf darbietet. Ich brachte nun die Elektroden des Schlitteninductoriums mit dem Ramus electricus Trigemini in Verbindung. Die mit Stanniol belegten Guttaperchaplatten waren in gewöhnlicher Weise dem elektrischen Organ angelegt und standen mit einem Paar hakenartig gekrümmter kupferner Elektroden in Verbindung, welche wiederum den Rami electrici N. vagi anlagen. Der Ischiadicus des stromprüfenden Froschschenkels war gleichzeitig mit den Rami electrici N. vagi über dasselbe Elektrodenpaar gebrückt. Bei dieser Versuchsanordnung erwartete ich, wenn ich den Ramus electricus Trigemini vom Schlitteninductorium eine kurze Zeit aus tetanisirte, dann den tetanisirenden Strom schloss, einen Tetanus des Froschpräparats zu erhalten, der die Zeit des Tetanisirens kürzere oder längere Zeit überdauern würde. Einmal gerieth in der That der stromprüfende Schenkel in einen Tetanus, der beträchtlich länger anhielt als der nur sehr kurz dauernde primäre tetanisirende Strom und der allmälig in einen Zustand der Erschlaffung überging.

durch die ihnen von aussen — wie in den physiologischen Versuchen — zugeführte Elektricität, sondern auch durch die Elektricität ihres eigenen Schlages, gewann die Frage nach dem Maass dieser Erregbarkeit für mich ein erneutes Interesse, da ich in der Beantwortung derselben den Schlüssel zu der Immunität der Zitterfische zu finden glaubte.

Es konnte sich in dem vorliegenden Falle nur um eine relative Bestimmung der Erregbarkeit der Torpedonerven, um einen Vergleich derselben mit der Erregbarkeit der Froschnerven handeln. Eine darauf hinzielende Versuchsreihe ist von mir in folgender Weise angestellt worden.

So gleichzeitig wie möglich wurde der erste Spinalnerv von Torpedo und der Ischiadicus eines Frosches präparirt, dann möglichst gleichzeitig und in gleicher Höhe dicht nach dem Austritt aus dem Wirbelkanal durchschnitten und zusammen — um so den Einfluss des ungleichen Querschnittes auf die Stromesdichte zu eliminiren — über dasselbe Paar hakenförmig gekrümmter kupferner Elektroden gebrückt. Die Elektroden standen mit der secundären Spirale des Schlitteninductoriums in Verbindung, welche bei offenem Schlüssel allmälig der primären Rolle genähert wurden. Jedesmal wurde der Rollenabstand notirt, bei welchem die ersten Zuckungen des Froschpräparats und die ersten Bewegungen an dem vorderen Scheibenrande der Torpedo erfolgen.

Es ist überflüssig, darauf hinzuweisen, wie wenig eine derartige Versuchsmethode exacten experimentellen Anforderungen entspricht, und aufzuzählen, wie viele einzelne Umstände bei einer derartigen Anordnung modificirend auf die Erregbarkeit einwirken konnten und wahrscheinlich auch eingewirkt haben. Ich würde auch dieser von mir angestellten Versuchsreihe keinen Werth beigemessen und sie nicht veröffentlicht haben, wenn nicht die seltene Uebereinstimmung der Versuchsergebnisse mich dazu ermuthigt hätte: In allen Fällen ohne Ausnahme erfolgte die Zuckung des Froschschenkels stets bei einem grösseren Rollenabstande wie die Bewegung der Torpedo, meist sogar bei einem sehr viel grösseren. Man wird dieses Resultat um so mehr zu würdigen haben, als ich hinzufügen muss, dass ich bei jedem einzelnen Versuche Sorge getragen habe, dass der Ischiadicus des stromprüfenden Schen-

kels niemals das Metall der Elektroden berührte. In allen Versuchen wurde stets zuerst der platte, bandförmige erste Spinalnerv über die Elektroden gebrückt und dann erst über ihn der Ischiadicus des stromprüfenden Schenkels, so dass mit Sicherheit angenommen werden kann, dass derselbe stets von schwächeren Stromschleifen durchflossen wurde wie der Nerv der Torpedo. Bei dieser Anordnung verlor allerdings der in dieser Versuchsreihe anzustellende Vergleich zwischen der Erregbarkeit der Nerven von Frosch und Torpedo an Unbefangenheit, auf die es mir übrigens bei diesen ohnehin mangelhaft angestellten und an Fehlerquellen reichen Versuchen überhaupt nicht ankam. Dadurch aber, dass so von vornherein die Froschnerven in ungünstigere Bedingungen versetzt wurden, gewinnt das endliche Resultat, die Ueberlegenheit des Froschnerven über die Torpedonerven, an Bedeutung und muss als a fortiori bewiesen angesehen werden.

Ich werde die Versuchsprotokolle nicht in extenso mittheilen, sondern dieselben der besseren Uebersicht wegen in folgender Weise zusammenstellen:

No.	Datum d. Versuchs	Länge der Torpedo	Spinalnerv	Zuckungen des		Differenz	Bemerkungen.
				Spinal-nerven	Frosch-nerven		
		Cm.					
1	25. III.	30	—	120	320	200	unvergiftet.
2	27. III.	28	—	170	260	90	unvergiftet.
3	28. III.	32	rechts	145	230	85	
			links	140	240	100	strychninisirt.
4	29. III.	35	rechts	170	280	110	mit Morphium vergiftet.
			links	160	280	120	
5	31. III.	32		130	170	40	m. Morphium vergift.
6	31. III.	35	links	225	265	40	curarisirt u. strychninisirt.
			rechts	145	200	55	
7	4. IV.	28	links	80	160	80	unvergiftet.
			rechts	120	180	60	
8	4. IV.	35	links	120	260	140	unvergiftet.
			rechts	220	260	40	
9	5. IV.	12	links	140	240	100	unvergiftet.
			rechts	150	250	100	

Aus den Zahlen der vorliegenden Versuchstabelle, die zwischen der für die Erregung der Froschnerven nothwendigen und der für die Erregung der Torpedonerven nothwendigen Reizgrösse ausnahmslos eine positive Differenz ergeben, wird man nicht umhin können, den Schluss zu ziehen, dass die elektrische Erregbarkeit der Nerven von Torpedo geringer ist wie die der Nerven des Frosches.

IV. Betrachtungen über die Immmunität der Zitterfische gegen ihren eigenen Schlag.

Die in den bisherigen Abschnitten mitgetheilten Versuche haben ein etwas vollständigeres thatsächliches Material für die Discussion der Frage über die Immunität der Zitterfische ergeben, als es dem ersten Untersucher dieses Problems, E. du Bois-Reymond, zu Gebote stand. Die thatsächlichen Grundlagen, auf denen eine Hypothese über die Immunität der Zitterfische aufzubauen wäre, sind die folgenden:

1) Die elektrische Entladung des Zitterfisches ist nicht etwa durch irgend welche isolirende Vorrichtungen von dem Nerven- und Muskelsystem des Thieres abgeblendet, sondern vertheilt sich durch den ganzen Körper des Thieres in der Weise, wie sie sich überhaupt in einem feuchten Leiter von entsprechender Gestalt vertheilen würde (E. du Bois-Reymond). Ich habe die von du Bois zum Nachweis dieser Thatsache an Silurus angestellten Versuche bei Torpedo wiederholt und mich auch für diesen Fisch von der Richtigkeit dieser Thatsache überzeugt.

2) Die Nerven und Centralorgane von Torpedo sind erregbar durch den eigenen Schlag des Thieres, sobald nur durch experimentelle Vorkehrungen Sorge getragen wird, denselben den Schlag in möglichster Dichtigkeit zuzuführen. Es scheint für diese Versuche gleichgiltig, ob die Nerven durchschnitten und von ihrem Centralorgan getrennt oder undurchschnitten und noch mit ihrem Centralorgan im Zusammenhange sind.[1])

1) Ebenso werden durch die Inductionsschläge des Magnetelektromotors die motorischen Nerven auch dann erregt, wenn sie undurchschnitten und noch mit dem Centralorgan in Continuität sind, wovon ich mich zu wiederholten Malen durch besondere Versuche über-

3) Die Nerven von Torpedo bedürfen zu ihrer elektrischen Erregung stärkerer Inductionsschläge als die Nerven des Frosches. Sie besitzen also gleichsam schon constitutionell eine geringere elektrische Erregbarkeit.

Es fragt sich nun: Wie ist aus diesen Thatsachen die Immunität der Zitterfische zu erklären? Wie ist es zu erklären, dass die lebende, unversehrte Torpedo bei ihren eigenen stärksten Schlägen, die sich durch ihr Nervensystem und ihre Muskeln wie durch jeden anderen feuchten Leiter vertheilen, unerregt und unbewegt bleibt? Wie geht es zu, dass dasselbe Nervensystem, das in allen seinen einzelnen Theilen durch den Schlag der Torpedo auf das Heftigste erregt werden kann, in toto in keiner Weise erregt wird?

Die oben mitgetheilten Versuche haben zwar ergeben, dass den Nerven der Torpedo verglichen mit denen des Frosches ein geringeres Maass von elektrischer Erregbarkeit zukommt. Es ist aber bei der ausserordentlichen Stärke der hier in Betracht kommenden elektrischen Schläge sehr die Frage, ob dieses geringere Maass der elektrischen Erregbarkeit ausreicht, den enormen Unterschied zu erklären, der zwischen dem Verhalten von Torpedo und dem anderer Thiere gegen die elektrische Entladung stattfindet.

Schon ehe ich die ersten Versuche an Torpedo anstellte, hatte ich mir rein hypothetisch eine Vorstellung gebildet, wie die Immunität der Zitterfische gegen ihren eigenen Schlag zu Stande kommen könnte. Ich stellte mir vor, dass im Momente des Schlages, während vom Centralorgan aus die Erregung der elektrischen Nerven hinabläuft, gleichzeitig von demselben Centralorgan aus eine Erregung durch das Nervensystem sich fortpflanzt, die für den Moment des Schlages die elektrische Erregbarkeit der Nerven in irgend einer Weise herabsetzt, wie z. B. die Erregbarkeit im Zustande des Katelektrotonus herab-

---

zeugt habe. Werden die Nerven oberhalb der Elektroden durchschnitten, so erfolgen die Zuckungen unmittelbar darauf schon bei einem grösseren Rollenabstande als vorher, was auf die von Heidenhain bei den Froschnerven entdeckte Erhöhung der Erregbarkeit durch einen Schnitt zurückzuführen ist.

gesetzt wird. Eine ähnliche Vorstellung von dem Grunde der Immunität der Zitterfische hatte sich bereits du Bois gebildet und auch durch den Versuch — allerdings vergeblich — zu erhärten gesucht.

War diese meine Vorstellung eine berechtigte, so musste der Versuch gelingen, Muskeln, deren Nerven durchschnitten waren und deren Erregbarkeit also vom Centralorgan nicht mehr herabgesetzt werden konnte, zur Zusammenziehung zu bringen durch den einfachen, gleichmässig durch den Körper sich fortpflanzenden und vertheilenden Schlag des Thieres, ohne dass es, wie in den früheren Versuchen, nöthig war, durch besondere Vorrichtungen den Schlag auf einen bestimmten Nerven zu concentriren. Es musste ein durch den ganzen Körper der Torpedo sich gleichmässig fortpflanzender und vertheilender Schlag nur die durchschnittenen und vom Centralorgan abgetrennten Nerven erregen, die undurchschnittenen und mit dem Centralorgan in Continuität stehenden aber unerregt lassen.

Die ersten Versuche, die ich nach dieser Richtung hin anstellte, ergaben kein positives Resultat. Ich legte eine Torpedo auf ein Brett, eröffnete die Schädelkapsel und legte so die Lobi electrici und die Ursprünge der elektrischen Nerven bloss, und durchschnitt einen oder den anderen motorischen Nerven, den ersten Spinalnerven oder die von dem untersten Abschnitt des Rückenmarks ausgehenden Nerven für die Schwanzmusculatur. Reizte ich nun die Lobi electrici oder einzelne der elektrischen Nerven, so blieb das ganze Thier ruhig und die von den durchschnittenen Nerven innervirten Muskelpartien zuckten ebensowenig wie die, deren Nerven unversehrt waren.

Gegen diese nur zu negativen Resultaten führende Versuchsmethode war offenbar der Einwand zu erheben, dass durch dieselbe keineswegs sehr starke elektrische Entladungen verbürgt waren, wie solche doch für das Gelingen des Versuchs unumgängliche Vorbedingung waren. Die Torpedo ist mit ihren durchschnittenen elektrischen Nerven während der ganzen Dauer des Versuchs in der Lage, beständig stärkere

und schwächere Schläge zu ertheilen und auf diesem Wege ihr elektrisches Organ sehr bald zu ermüden und seine Wirkungen in hohem Maasse abzuschwächen. Wie man sich leicht durch einen dem Körper der Torpedo einfach angelegten stromprüfenden Froschschenkel überzeugt, wehrt sich die Torpedo gegen die Manipulationen des Experimentators durch sehr zahlreiche elektrische Entladungen, deren Energie natürlich sehr bald sehr abgeschwächt wird, und die das Organ ausserordentlich ermüden. Von einem derartig ermüdeten Organ wird man sehr starke Entladungen, wie sie für den in Rede stehenden Versuch unerlässliche Vorbedingung sind, überhaupt nicht mehr erwarten dürfen.

Ich änderte also diesen Versuch dahin ab, dass ich zuerst einer Torpedo beiderseits sämmtliche elektrische Nerven unter möglichster Vermeidung des Blutverlustes durchschnitt, und dann erst die Durchschneidung der betreffenden motorischen Nerven vornahm. Ich liess dem Organ nach der Durchschneidung 20 — 30 Minuten Zeit sich auszuruhen und begann erst dann mit der elektrischen Reizung. Der Erfolg des Versuchs war ausnahmslos der, dass die von den durchschnittenen motorischen Nerven innervirten Muskelpartien allein zuckten, während die Torpedo sonst durch den Schlag in keiner Weise erregt wurde, speziell andere in nächster Nähe der elektrischen Organe gelegene Muskeln, deren Nerven intact waren, sich absolut ruhig verhielten. Der Versuch gelang oft zweimal hintereinander, niemals jedoch fast auch das dritte Mal oder gar das vierte Mal. Wartete ich dann mit der Reizung 5—10 Minuten, so erhielt ich wieder Schläge, die hinreichend stark waren, die durchschnittenen Nerven zu erregen.

Der Versuch gelang ebenso, wenn ich statt die einzelnen peripheren Nerven zu durchschneiden, das untere Drittel des Rückenmarks durch einen Schnitt abtrennte. Bei hinreichend starken Schlägen zuckte dann jedesmal der Schwanz der Torpedo auf das Heftigste.

Ich bin weit davon entfernt, diesen Versuch, in dem durch den Schlag des Thieres nur die vom Centralorgan getrennten Nerven erregt wurden, die mit dem Centralorgan noch in Ver-

bindung stehenden aber unerregt blieben, als ein Experimentum crucis für die oben entwickelte Hypothese von der Immunität der Zitterfische anzusehen. Vielmehr ist dies Versuchsergebniss durchaus nicht eindeutig. Man könnte annehmen, dass die Erregung der durchschnittenen Nerven nicht so sehr auf dem Fortfallen eines die Erregbarkeit herabsetzenden centralen Einflusses als vielmehr auf dem Eintritt einer Erregbarkeitserhöhung unterhalb der Durchschneidungsstelle, wie eine solche durch Heidenhain bekannt ist, beruhe, eine Annahme, die nach Maassgabe des spärlichen in dieser Frage vorliegenden Materials gar nicht so absolut von der Hand zu weisen wäre.

Wie dem auch sei, jedenfalls kann das positive Resultat meiner Versuche, die für die undurchschnittenen und durchschnittenen Nerven ein verschiedenes Verhalten gegenüber den elektrischen Entladungen der Torpedo nachgewiesen haben, als Stütze für die Annahme eines centralen die Erregbarkeit des peripheren Nervensystems herabsetzenden Einflusses gelten. Eine derartige Stütze fehlte bis dahin dieser Hypothese völlig, da ein einziger von du Bois an einem sterbenden Malapterurus nach dieser Richtung hin unternommener ähnlicher Versuch ein negatives Resultat gegeben hatte.

Die grösste Schwierigkeit, die sich der experimentellen Ergründung dieser Frage entgegenstellt, besteht meines Erachtens in der Unmöglichkeit, bei der künstlichen elektrischen Reizung der Nn. electrici, die ich bei meinen Versuchen anwandte, die normalen physiologischen Verhältnisse zu conserviren, und umgekehrt bei Erhaltung der normalen physiologischen Verhältnisse die hinreichend starken elektrischen Entladungen des Organs zu erhalten. Das Dilemma ist das folgende:

Entweder man erzielt durch starke Inductionsreizung der durchschnittenen Nn. electrici oder ihrer Wurzeln im Lobus electricus eine starke elektrische Entladung. Diese Entladung durch den äusseren Reiz trifft die Torpedo unvermuthet und man darf nicht erwarten, unter diesen gänzlich veränderten Verhältnissen die centralen Innervationsvorgänge zu erhalten,

welche die automatische durch den Willen des unversehrten Thieres selber bedingte elektrische Entladung begleiten.

Oder man lässt die Lobi und Nn. electrici unversehrt und beschränkt den Versuch darauf zu beobachten, ob durch die von Zeit zu Zeit willkürlich eintretenden Entladungen sich eine Verschiedenheit in der Erregung der von durchschnittenen und undurchschnittenen Nerven innervirten Muskelgruppen einstellt. In diesem Falle würden allerdings die hypothetischen die Entladung begleitenden centralen Innervationsvorgänge ganz normal fortbestehen und in dem Versuch die physiologischen Vorbedingungen wirklich vollständig realisirt seien. Leider hat mir diese Versuchsmethode keine positiven Resultate gegeben. So lange und anhaltend ich auch eine Torpedo, der ein motorischer Nerv durchschnitten war, beobachten mochte, sah ich niemals Contractionen in dem von diesem Nerven innervirten Muskelgebiet eintreten, so oft auch das dem elektrischen Organ aufliegende Froschpräparat automatische Entladungen des Organs anzeigen mochte. Vielleicht sind spätere Beobachter glücklicher als ich. Das negative Ergebniss meiner Beobachtungen kann indess nicht gegen die oben angedeutete Hypothese geltend gemacht werden, da bei diesen Versuchen für die Bestimmung der Stärke der elektrischen Entladungen jeder Anhaltspunkt fehlt und dieselben möglicherweise nur sehr schwach waren.

Wenn auch diese Beobachtungen zusammengehalten mit den in den früheren Abschnitten entwickelten Thatsachen bei Weitem nicht ausreichen, die Immunität der Zitterfische auf ihre Gründe zurückzuführen, so veranlasst mich doch der Umstand, dass ich so bald nicht wieder Gelegenheit haben werde, die betreffenden Untersuchungen wieder aufzunehmen, zu der Mittheilung des Weges, den ich bei diesen Untersuchungen eingeschlagen habe, wenn es mir auch nicht vergönnt war, an das Ende desselben zu gelangen.[1])

1) Noch verwickelter wird die Frage über die Immunität der Zitterfische, wenn man nicht bloss die Immunität gegen deneigenen Schlag, sondern auch die Immunität der einen Torpedo gegen den Schlag der anderen discutirt. Hier dürfte die Annahme eines beson-

V. Versuche mit Giften.

1) Strychninum nitricum. — Die Angaben Matteucci's über die hohe Empfindlichkeit der Torpedo gegen dieses Gift und die Erscheinungsweise, in der sich die erhöhte Reflexerregbarkeit des Thieres manifestirte, muss ich nach meinen Erfahrungen durchaus bestätigen. Jede Reizung einer strychninisirten Torpedo erregte reflectorisch nicht nur Muskelcontractionen, sondern ausnahmslos auch elektrische Entladungen, so dass das stomprüfende Froschpräparat bei einem solchen Versuch fast in einer beständigen Bewegung bleibt.

Nur einen ganz kleinen Zug weiss ich dem von Matteucci gegebenen Bilde der Strychninvergiftung bei der Torpedo hinzuzufügen. Ganz ähnlich wie sich beim strychninisirten Kaninchen die Ohren spitzen, so richten sich an der strychninisirten Torpedo in ebenso charakteristischer Weise die beiden Schwanzflossen steil aufrecht, so dass man stets schon durch das blosse Hinsehen erkennen kann, wann das Gift gewirkt hat.

Ich habe mich strychninisirter Torpedos bedient, um der Frage näher zu treten, ob die elektrischen Organe sensibel sind, ob die Nn. electrici sensible Fasern enthalten oder nicht. Die Thatsache, dass es von rein centrifugalen Nerven aus nicht gelingt, bei strychninisirten Thieren Reflexcontractionen

---

deren „elektrischen Sinnesorgans“ manches Verlockende haben. Als ein solches würden sich leicht die nur den elektrischen Rochen zukommenden Savi'schen Bläschen präsentiren, in denen ein starker Ast des Trigeminus endigt. Die mikroskopische Anatomie sowie die Endigungsweise der Nerven in denselben werde ich an einer anderen Stelle beschreiben. Hier nur die einzige physiologische Bemerkung, die ich über dieselbe zu machen habe: Die Vermuthung Rud. Wagner's, (Ueber den feineren Bau des elektrischen Organs im Zitterrochen. Abhandl. der Königl. Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen. Bd. III. 1847), dass dieselben bestimmt seien, reflectorisch die Thätigkeit des elektrischen Organs auszulösen, ist unbegründet. Tetanisiren des centralen Stumpfes ihres Nerven erregt die Thätigkeit des elektrischen Organs nicht mehr und nicht weniger wie die jedes anderen sensiblen Nerven. Auch habe ich niemals Schmerzäusserungen des Thieres beim Tetanisiren dieses Nerven beobachtet.

auszulösen,[1]) sollte mir zur Entscheidung dieser Frage dienen.

Man kann die elektrischen Nerven an zwei Stellen ihres Verlaufes präpariren: Zwischen der Knorpelkapsel des Centralorgans und den Kiemen, welche sie durchsetzen und an welche sie Nervenäste abgeben, die nach Rud. Wagner's Entdeckung mit sehr zahlreichen Ganglienzellen[2]) versehen sind, oder zwischen den Kiemen und dem elektrischen Organ selbst, nachdem die Nerven aus den Kiemen ausgetreten sind und bereits die Nervenäste an dieselben abgegeben haben.

Präparirte ich die Nerven an der erstgenannten Stelle, durchschnitt sie und tetanisirte den centralen Stumpf, so erhielt ich häufig, jedoch durchaus nicht regelmässig, Reflexcontractionen. Machte ich denselben Versuch an der zweiten Stelle, so blieben die Reflexcontractionen vollständig aus.

Hieraus schliesse ich, dass die Stämme der Nn. electrici nur insofern sensible Fasern enthalten, als sie dieselben an die Kiemen abgeben, dass aber die elektrischen Nerven sensu strictiori keine sensiblen Fasern enthalten.

2) Morphium muriaticum. — Die Angabe Matteucci's, dass ebenso wie das Opium (welches ich nicht untersucht habe) auch das salzsaure Morphium die Reflexerregbarkeit in ähnlicher Weise erhöhe, wie das Strychnin, habe ich niemals bestätigen können und kann nur annehmen, dass Matteucci entweder sich durch ein unreines Präparat oder durch ein protrahirtes Stadium excitationis, welches namentlich bei klei-

---

1) Joh. Müller, Handbuch der Physiologie des Menschen. 4. Aufl. I. S. 625. — A. W. Volkmann, Ueber Reflexbewegungen. Müller's Arch. 1838. S. 25. — E. du Bois-Reymond, Untersuchungen u. s. w. Bd. II. S. 600.

2) Hr. Stud. med. Max Reichenheim, mein Gefährte während meines Aufenthaltes in Viareggio, der mir bei den meisten der mitgetheilten Versuche assistirte, hat diese Ganglienzellen genauer untersucht und gefunden, dass sie eine hohe Uebereinstimmung mit den Ganglienzellen der hinteren Rückenmarkswurzel (Spinalganglienzellen) zeigen — ein Umstand, welcher gleichfalls für die sensible Natur der Kiemennerven sprechen würde.

nen Dosen nicht selten besonders stark ausgesprochen erscheint, hat täuschen lassen.[1])

3) Curara. — Ueber den Einfluss des Curara hat Moreau Versuche angestellt, die ihn zu dem Resultate geführt haben, dass das Curara die Thätigkeit der elektrischen Organe nicht lähmt, sondern dass dieselben noch fortfahren Schläge zu geben, wenn die Muskeln von ihren Nerven aus bereits nicht mehr zur Contraction zu bringen sind, eine Behauptung, die der von W. Krause und W. Kuehne versuchten Homologisirung der motorischen Endplatten mit den elektrischen Organen bisher stets im Wege stand.

Ich begreife schlechterdings nicht, wie Moreau bei seinen Versuchen die im höchsten Grade auffällige Thatsache entgehen konnte, dass die Torpedo überhaupt immun ist gegen ausserordentlich starke Dosen Curara und dass nach fast unglaublichen Curaradosen nicht bloss die elektrischen Organe, sondern auch motorische Nerven, Endplatten und Muskeln fortfahren zu functioniren, als wenn überhaupt kein schädlicher Einfluss sie getroffen hätte. Ich habe einer mittelgrossen (35 Cm.) Torpedo bis zu drei Pravaz'schen Spritzen (je einen Cubikcentimeter fassend) einer 1procentigen Curaralösung injicirt, wovon 3 Tropfen einen starken Frosch binnen 5 Minuten bewegungslos machten, und dieselbe gab noch nach vielen Stunden nicht nur starke elektrische Schläge, sondern schwamm ganz munter in ihrem Bassin umher, als ob nichts vorgefallen wäre.

Mir erschien diese Thatsache so erstaunlich, dass ich mich durch besondere Controlversuche davon zu überzeugen suchte, dass das Curara auch wirklich resorbirt werde. Zu diesem Zwecke versetzte ich die zu injicirende Curaralösung in einem Näpfchen mit einigen Tropfen einer Lösung von Strychninum nitricum und hatte die Genugthuung, wahrzunehmen, dass sehr bald das vollständigste Bild der Strychninvergiftung sich ausbildete. Durch die stärksten Curaradosen liessen sich die Muskeln des Thieres nicht abhalten, die ihnen durch die Strychninvergiftung gebotenen Reflexcontractionen auszuführen.

---

1) Vergl. übrigens über Matteucci's Opiumversuche E. du Bois-Reymond, Unters. Bd. II. S. 34 Anm.

Ich darf nach meinen Versuchen behaupten, dass das Curara beim Torpedo auf die motorischen Nerven und ihre Endorgane selbst noch in sehr starken Dosen wirkungslos ist und die Erregbarkeit derselben auch nicht im Geringsten herabsetzt. Nur zwei Versuche:

28. III. 1873. Einer Torpedo von 32 Cm. Länge werden $2^1/_2$ Pravaz'sche Spritzen einer 1 procentigen Curaralösung injicirt. Noch nach zwei Stunden erfolgen sowohl elektrische Entladungen vom N. electricus aus, sowie Muskelzuckung vom ersten Spinalnerv aus bei einem Rollenabstande von 12 Cm.

31. III. 1873. Einer Torpedo von 35 Cm. Länge werden 2 Pravaz'sche Spritzen einer 1 procentigen Curaralösung, der einige Tropfen einer einprocentigen Lösung von Strychnin nitricum beigemischt sind, injicirt. Es bildet sich das Bild der Strychninvergiftung auf das Vollständigste heraus. Nach drei Stunden erfolgen Zuckungen von dem linken Spinalnerven aus bei 22·5, von dem rechten bei 14·5 Cm. Rollenabstand.

Vergleicht man diese Zahlenwerthe mit den in der oben mitgetheilten Tabelle enthaltenen Zahlenangaben über die zur Erregung der motorischen Nerven der unvergifteten Torpedo nothwendige Reizgrösse, so wird man finden, dass dieselben vollständig in der Breite des Normalen liegen und dass die motorischen Nerven und ihre Endapparate ebenso wie die elektrischen Nerven durch die enormen Dosen Curara in keiner Weise in ihren Functionen beeinträchtigt waren.

Leider waren mir, als ich diese Versuche anstellte, die von Moreau angewandten Curaradosen nicht bekannt, und glaubte ich berechtigt zu sein, überhaupt eine Immunität der Torpedo gegen dieses Gift annehmen zu dürfen, nachdem 3 Cubikcentimeter einer einprocentigen Lösung starken Curara's, eine Dose, die die motorischen Nerven eines jeden Thieres lähmen würde, sich als absolut wirkungslos herausgestellt hatten. Nun finde ich, dass Moreau bei mittelgrossen Torpedo's 3—4 Cubikcentimeter einer zweiprozentigen Lösung angewandt hat, — also die gleiche Güte des Präparats vorausgesetzt, etwa das Doppelte der von mir angewandten Dosen.[1])

1) Comptes rendus, 1860. 2. 1. S. 573. In der ausführlicheren

Ich bin daher nicht in der Lage, über die Versuche Moreau's und das von ihm aus denselben gefolgerte verschiedene Verhalten der motorischen Endplatten und der elektrischen Organe ein Urtheil abgeben zu können. Jedenfalls tritt ein solches erst bei Dosen ein, die mit Rücksicht auf die furchtbare Wirkung, welche das Curara auf andere Thiere ausübt, als ganz kolossal bezeichnet werden müssen, und man wird, — so lange die Versuche Moreau's nicht widerlegt sind — zwar nicht von einer Immunität, wohl aber von einer ganz abnormen Resistenzfähigkeit der Torpedo gegen dieses Gift sprechen dürfen.[1])

Publication in den Annales des Sciences naturelles sucht man vergebens eine Angabe der Dosis. Auch über die Unwirksamkeit geringerer Dosen vermisst man jede Andeutung bei Moreau.

1) Nachträgliche Anmerkung. Ich finde übrigens, dass schon in einigen Versuchen Matteucci's diese abnorme Resistenzfähigkeit der Torpedo gegen Curara aufgedeckt ist. In seiner Abhandlung: Sul potere elettromotore dell' organo della Torpedine (Il nuovo Cimento 1860. XII. Julio-Agosto p. 9 finden sich folgende Zeilen: „Ho preso due Torpedini ad una delle quali ho iniettato sotto la pelle della schiena una certa quantità di soluzione di Curara. Noterò di non aver riscontrato differenza nel tempo trascorso fino a che le due Torpedini si potessero considerare morte, ne mi è parso scorgere una differenza distinta fra le contrazioni svegliate nei due pesci irritando la midolla spinale. Questa esperienza comparativa fu ripetuta tre volte e non trovai alcuna differenza notevole fra il potere elettromotore degli organi dei due pesci.“ Also genügten auch die von Matteucci angewandten Curaradosen, die leider nicht genau angegeben sind, nicht, die peripheren Enden der motorischen Nerven zu lähmen. Merkwürdigerweise hat Matteucci es unterlassen, die aus seinen Experimenten unmittelbar hervorgehende Annahme einer Immunität resp. hoher Resistenzfähigkeit von Torpedo gegen dieses Gift auszusprechen; er hat überhaupt diesen Gegenstand nicht weiter verfolgt.

Bei Marey (Du temps qui s'écoule entre l'excitation du nerf électrique de la torpille et la décharge de son appareil. Comptes rendus, 1871. 2. LXXIII. 918.) findet sich folgende Stelle: Cette paralysie (d. h. des elektrischen Organs) peut aussi avoir lieu par l'effet du curare, bien que l'action de ce poison soit plus lente sur les nerfs électriques que sur la plupart des nerfs du mouvement, — wobei unklar bleibt, ob Marey die motorischen Nerven der Torpedo oder die anderer Thiere überhaupt gemeint hat.

Nach diesen Versuchen an Torpedo erschien es nunmehr von höchstem Interesse, festzustellen, ob Torpedo allein diese höchst merkwürdige Eigenschaft besitzt, oder ob dieselbe mit ihr noch von anderen ihr nahestehenden Thieren getheilt wird.

Leider habe ich ausser Torpedo narke nur noch eine einzige Selachierspecies auf die Immunität gegen Curara untersuchen können: junge Exemplare von Raja batis, die mir in Viareggio sehr häufig lebendig vorkamen, zeigten ausnahmslos die gleiche Immunität gegen Curara wie Torpedo: alle an curarisirten Torpedos angestellten Versuche, die elektrische Reizung und die combinirte Injection von Curara und Strychnin sind mir bei Raja in gleicher Weise gelungen.

Es war mein sehnlichster Wunsch, festzustellen, ob etwa auch die anderen näheren Verwandten dieser beiden Gattungen, ob etwa auch ausser den mit elektrischen oder pseudo-elektrischen Organen ausgestatteten Gattungen Torpedo und Raja noch andere Selachier die gleiche Immunität gegen Curara zeigten. Leider ist es mir nicht möglich gewesen, diesen Versuch anzustellen, da ausser Raja keine andere Form aus der Familie der Rajidae in Viareggio vorkam und es mir auch in den letzten Tagen meines Aufenthaltes nicht glücken wollte, einen lebenden Akanthias vulgaris, den einzigen der bei Viareggio vorkommenden Repräsentanten der Squalidae zu erhalten. Es hat also die Frage nicht entschieden werden können, ob diese auffallende Eigenthümlichkeit den Gattungen Torpedo und Raja zukommt, weil sie elektrische oder pseudo-elektrische Fische sind, oder ob sie ihnen deshalb zukommt, weil sie Selachier sind, d. h. ob die Immunität sich auf diese beiden Gattungen beschränkt, oder ob sie ein gemeinsames Erbtheil der ganzen Selachierklasse darstellt.[1])

---

1) Die motorischen Endplatten, deren ausserordentliche grosse Dimensionen bei Torpedo durch Trinchese entdeckt worden sind, finde ich bei Raja eben so gross wie bei Torpedo. Genauere Details über die Structur derselben, sowie Angaben der Maasse sollen an einer anderen Stelle veröffentlicht werden. Dieselben Gründe, welche mich hinderten, festzustellen, ob die Immunität gegen Curara auch auf andere Selachier sich erstrecke oder nicht, haben es mir auch un-

VI. Von der Reaction der elektrischen Organe.

Ueber die Reaction, welche die elektrischen Organe während des Lebens zeigen, liegen keine übereinstimmenden Angaben in der Literatur vor. Max Schultze[1]) schreibt den

möglich gemacht, genauere Data über die Endplatten anderer Rajidae und Squalidae zu sammeln.

Nachträgliche Anmerkung. Während des Druckes dieser Zeilen habe ich einige Curaraversuche an einheimischen Süsswasserfischen angestellt, die zu dem interessanten Ergebniss führten, dass auch diese Thiere zu ihrer Lähmung durch Curara verhältnissmässig sehr starker Dosen und sehr langer Zeitdauer bedürfen, also gleichfalls gegen dieses Gift abnorm resistent sind.

Tinca Chrysitis (Schleie) von 16 Cm. Länge wird mit 1 Cubikcentimeter einer Lösung von 1 Proc. vergiftet und wird bewegungslos nach 2 Stunden.

Leuciscus dobula (Döbel) von 17 Cm. Länge erhält die gleiche Dosis und wird bewegungslos nach 1 Stunde.

Leuciscus rutilus (Rothfeder) von 19 Cm. Länge erhält die gleiche Dosis und wird bewegungslos gleichfalls nach 1 Stunde.

Anguilla anguilla (Aal) von 46 Cm. Länge erhält 2 Cubikcentimeter der einprocentigen Lösung und wird bewegungslos nach 5 Stunden.

Bei allen diesen Thieren liessen sich durch Tetanisiren des Rückenmarks keine Contractionen erzielen, während die Muskeln noch direkt electrisch erregbar waren und das Herz noch zu schlagen fortfuhr: es waren also in der That durch das Curara die peripheren Enden der motorischen Nerven gelähmt worden. Von derselben Curaralösung genügten 0,15 Cc. einen grossen Frosch binnen 10 Minuten bewegungslos zu machen.

Schon Schiffer hat (dieses Archiv 1868. S. 453) auf diese abnormen Resistenzfähigkeit unserer Süsswasserfische gegen Curara aufmerksam gemacht. Die von demselben angezogene Erklärung, welche L. Hermann von dieser auffallenden Thatsache gegeben hat, ist wohl als entschieden irrig zu bezeichnen. Läge die Ursache dieser Anschauung wirklich in der raschen Ausscheidung des Giftes durch die grosse reich vascularisirte Oberfläche der Kiemen, so müsste sich einmal die Resistenzfähigkeit der Fische auch auf jedes andere Gift (z. B. Strychnin) erstrecken, was nicht der Fall ist, und zweitens müsste diese Resistenzfähigkeit bei aus dem Wasser gezogenen Fischen wegfallen, was ebenso wenig zutrifft.

Immerhin erreicht die Resistenzfähigkeit unserer Süsswasserfische gegen Curara bei Weitem nicht den hohen Grad, der nach meinen Versuchen den Gattungen Torpedo und Raja zukommt.

1) Zur Kenntniss der elektrischen Organe der Fische. II. Abth.

elektrischen Organen lebender wie abgestorbener Zitterrochen eine deutlich saure Reaction zu, woraus du Bois geschlossen hat, dass hier wahrscheinlich ein der Säuerung des thätigen Muskels vergleichbarer Vorgang die Ursache dieses Befundes gewesen sei. Du Bois selber fand das frische elektrische Organ des Malapterurus neutral reagirend[1]) und ebenso schreibt Moreau dem elektrischen Organ des Zitterrochen eine neutrale Reaction zu.

Ich habe sämmtliche Zitterrochen, an denen ich experimentirte — etwa 60 an der Zahl — auf die Reaction ihrer elektrischen Organe geprüft. Die Prüfung fand entweder mit Lakmuspapier statt, welches von mir stets in der Form eines rothen und blauen Doppelstreifens angewandt wurde, um so gegen Farbentäuschungen völlig sicher zu sein, oder mit Liebreich'schen Plättchen, die kurze Zeit vor dem Versuch mit der sehr empfindlichen Lakmuslösung getränkt wurden, die ich der Güte des Herrn Prof. Hugo Schiff in Florenz verdankte. Ausnahmslos in allen Versuchen färbten die Organe des lebenden Thieres das rothe Papier oder die rothen Plättchen blau, während die blaue Lakmusfarbe unverändert blieb. Es entstand zunächst, ähnlich wie du Bois dieses für die Reaction des Muskelquerschnittes entwickelt hat,[2]) auf dem rothen Grunde ein zierliches sechseckiges Netz in blauer Farbe, welches die Querschnitte der Säulen des elektrischen Organs reproducirte. Das Liniensystem entsprach den Gefässe führenden und an Flüssigkeit reicheren Scheidewänden, welche die einzelnen Säulen des Organs von einander trennen. Nach wenigen Secunden pflanzte sich der blaue Farbenton jedoch von den Scheidewänden aus gleichmässig über die ganze mit dem Organ in Berührung stehende Fläche des Papiers oder des Plättchens fort.

Nachdem so festgestellt war, dass die elektrischen Organe

Torpedo. Abhandl. der naturforschenden Gesellschaft in Halle. 1859. Bd. V.

1) Bemerkungen über die Reaction der elektrischen Organe und Muskeln. Dieses Archiv 1859. S. 846.

2) Ueber die angeblich saure Reaction des Muskelfleisches. Berl. Monatsber. 21. März 1859.

in der Norm alkalisch reagiren, suchte ich zu entscheiden, ob, wie du Bois vermuthete, während der Thätigkeit eine Säuerung des elektrischen Organs eintrete oder nicht. Zu diesem Zwecke wandte ich ein von du Bois ersonnenes Verfahren, die Säuerung des Muskels in der Thätigkeit zu demonstriren, auf diese Frage in der Weise an, dass ich einer Torpedo sämmtliche elektrische Nerven der einen Seite durchschnitt und dann dieselbe mit Strychnin vergiftete. So konnte ich ein in beständiger Arbeit begriffenes Organ mit einem in absoluter Ruhe befindlichen auf die Reaction hin vergleichen. Es stellte sich bei zahlreichen Versuchen niemals ein Unterschied heraus; das eine wie das andere reagirten deutlich alkalisch.

Hingegen habe ich constatiren können, dass eine Säuerung der elektrischen Organe nach dem Tode allerdings eintritt, und zwar stellt sich die saure Reaction gewöhnlich 8 — 10 Stunden nach dem Tode ein. Der früheste Termin, an welchem ich sie einmal beobachtete, war nach 6 Stunden. Vorhergegangene energische Thätigkeit des elektrischen Organs scheint keinen Einfluss auf die Beschleunigung der postmortalen Säuerung zu haben. Wenigstens zeigte das thätige Organ der zu den oben erwähnten Strychninversuchen benutzten Torpedines niemals eher die saure Reaction wie das unthätige.[1])

VII. Von der feineren Structur der elektrischen Platten.

Aeussere Gründe veranlassen mich, hier wenigstens die

1) Hier mag sich in Ermangelung einer passenderen Stelle die Bemerkung anschliessen, dass ich an dem blossgelegten elektrischen Organ niemals ein verändertes Verhältniss der Circulation in Ruhe und Thätigkeit wahrnehmen konnte. Die Blutfülle erschien, soweit die einfache Beobachtung darüber Rechenschaft geben kann, ganz constant, mochte das Organ in der Ruhe befindlich oder durch das Tetanisiren seiner Nerven in langandauernden elektrischen Tetanus versetzt sein. Hiermit scheint eine anatomische Beobachtung im directen Zusammenhang zu stehen: Von den Gefässen des elektrischen Organs besitzen nur die in den Septis verlaufenden stärkeren arteriellen Aestchen glatte Muskelfasern. In der eigentlichen Substanz der elektrischen Säulen, zwischen den elektrischen Platten, habe ich niemals die Gefässe mit einer Muscularis bekleidet gefunden.

Resultate einer mikroskopischen Untersuchung zu veröffentlichen, die zur Auffindung eines neuen Structurverhältnisses und zu einer neuen Vorstellung über die Nervenendigung in dem elektrischen Organ geführt hat.

Es besteht dieses Structurverhältniss in Kurzem darin, dass von jedem Punkte des die Bauchseite der elektrischen Platte flächenhaft überziehenden Nervennetzes feinste kurze Fasern (wie von den Wurzelfasern einer Pflanze die Wurzelhaare) ausgehen, welche in einer Richtung, genau senkrecht auf der flächenhaften Ausbreitung des Nervennetzes in die Substanz der elektrischen Platte eindringen und hier alle in dem gleichen Niveau frei aufhören, mit ihren freien Endpunkten sämmtlich der Rückenfläche der elektrischen Platte, mithin des Thieres zugekehrt.

Die Länge dieser kurzen frei aufhörenden Fasern beträgt genau ein Sechstel des Durchmessers der elektrischen Platte.

Es entspricht diesem Structurverhältniss in der Flächenansicht, d. h. wenn man mit Immersionslinsen eine in Ueberosmiumsäure von 1 % isolirte und flächenhaft ausgebreitete elektrische Platte von der Bauchseite her betrachtet, eine ausserordentlich feine und durchaus regelmässige Punktirung, die erst dann zum Vorschein kommt, wenn durch eine minimale Drehung der Mikrometerstellschraube das eben noch scharf eingestellte Bild des von M. Schultze abgebildeten flächenhaft auf der Bauchseite ausgebreiteten Nervennetzes gerade zum Verschwinden gebracht wird. Es entspricht diese in vollkommener Regelmässigkeit über die ganze Ausdehnung der elektrischen Platte auftretende feinste Punktirung den optischen Querschnitten jener feinen, kurzen Fasern, die von dem flächenhaften Nervennetz, senkrecht zu demselben gerichtet, in die Substanz der elektrischen Platte eindringen und ihre freien Enden dem Rücken des Thieres zukehren. Es hat diese Punktirung äusserlich eine grosse Aehnlichkeit mit dem von der Fläche gesehenen Haarästen einer Bürste, feinstem Sammet u. s. w. Dreht man die Mikrometerstellschraube noch weiter, so verschwindet diese regelmässige Punktirung der elektrischen

Platte, die wie oben gesagt, nur das erste (von der Bauchseite gezählte) Sechstel der elektrischen Platte einnimmt, um in denjenigen weiteren optischen Flächenschnitten der elektrischen Platte, welche den weiteren fünf Sechsteln des Durchmessers entsprechen, einem homogen grauen Aussehen der elektrischen Platte Platz zu machen.

In dem Querschnitt der elektrischen Platte, d. h. in denjenigen Bildern, welche die umgeschlagenen und gefalteten Ränder flächenhaft ausgebreiteter elektrischer Platten besser und feiner als jeder künstlich angefertigte Querschnitt gewähren, entspricht diesem Structurverhältniss eine äusserst feine und regelmässige auf der Anwesenheit kurzer Fasern beruhende Streifung, welche von der Bauchfläche der elektrischen Platte ausgehend sich bis zu der Grenze des ersten Sechstels vom Durchmesser der elektrischen Platte sich erstreckt. In dieser Höhe hören die kurzen Fasern alle wie abgeschnitten auf, und die übrigen der Rückenfläche zugekehrten fünf Sechstel der elektrischen Platte erscheinen einfach homogen, grau.

Nach dem eben erörterten Structurverhältniss würden also die Nervenfasern in dem elektrischen Organ von Torpedo alle in gleicher Weise frei endigen, indem alle in gleicher Weise ihr freies Ende genau senkrecht der Rückenfläche des Thieres zukehrten. Die Rückenfläche würde mithin nichts anderes wie einen kolossal grossen elektrischen Nervenquerschnitt darstellen, während die Bauchfläche durch das flächenhaft auf der Bauchseite einer jeden elektrischen Platte sich ausbreitende Nervennetz einem kolossal grossen Nervenlängsschnitt entsprechen würde.

Die ausführliche und mit Abbildungen versehene Begründung dieser Ansicht soll in Kurzem veröffentlicht werden.

Berlin, 11. Mai 1873.

Ueber die durch sensible Reizung hervorgerufene Innervation der Gefässe normalen und entzündeten Gewebes.

Von

Dr. Eugen Pick
aus Stettin.

(Fortsetzung.)

Bevor ich auf die Veränderungen eingehe, welche die Gefässe entzündeten Gewebes unter der Einwirkung sensibler Reize erleiden, sei es mir gestattet, in Kürze einige Beobachtungen mitzutheilen betreffend die Veränderungen der Gefässe der Schwimmhaut nach Application entzündungerregender Substanzen, Beobachtungen, deren Grundzüge ich bereits an anderer Stelle [1]) niedergelegt habe.

Seit den wichtigen Entdeckungen Cohnheim's vom Jahre 1867 [3]) hat sich die Aufmerksamkeit der die Entzündung experimentell studirenden Forscher immermehr auf die Beobachtung der Gefässe gelenkt, als auf diejenigen, von deren Veränderungen die charakteristischen Erscheinungen bei der Entzündung, so namentlich Exsudation und Auswanderung abhängig sind. Es folgte eine Reihe trefflicher Arbeiten, unter denen

1) „Ueber reflectorische Innervation der Gefässe.“ Inaugural-Dissertation. Berlin 1873.

2) „Ueber Entzündung und Eiterung.“ Virchow, Archiv 1867.

ich die von Samuel,[1]) Tschaussow[2]) und Saviotti[3]), hervorhebe, will aber bemerken, dass schon frühere Beobachter[4]) das Hauptgewicht ihrer Entzündungstheorien auf die Veränderungen der Gefässe gelegt hatten. Es ist hier nicht meine Aufgabe, die Resultate der genannten Arbeiten zu referiren oder kritisch zu beleuchten, da sie wohl hinlänglich bekannt und gewürdigt sind, auch widersprechen meine Untersuchungen nur in wenigen Punkten denen des einen oder des andern der genannten Forscher, so dass ich später im Verlaufe meines Berichtes auf die bezüglichen Punkte kurz eingehen kann.

Ich arbeitete auch hier mit der Schwimmhaut kleiner Ran. tempor. und muss mich auf's Entschiedenste gegen eine Bemerkung Samuel's wahren, als sei jene für derartige Beobachtungen ungeeignet, da bei ihr „Schwellung und Exsudation fehlen;" Schwellung habe ich nie vermisst, ausnahmslos war das Gewebe im Zustande trüber Schwellung; und was die Exsudation angeht, so halte ich sie vorerst nicht für eine unerlässliche Erscheinung der Entzündung, ferner beobachtete ich sie bei Einwirkung starker Reize allemal, während schwache Reize die Schwimmhaut durch ausgedehnte zellige Infiltration zum Schwellen brachte.

Was die reizenden Substanzen angeht, so liess ich von den vielfach empfohlenen Ol. Crotonis, Arg. nitr. und Collod. cantharidat. und ähnlichen ab, da sie zu schnell Gangrän der Schwimmhaut hervorrufen und so tiefgreifende Veränderungen bedingen, dass die Beobachtung der einzelnen Phasen in den Veränderungen der Gefässe bedeutend getrübt wird; ich wählte

---

1) Versuche über die Veränderungen der Blutcirculation u. s. w. Virchow's. Archiv 1867.

Entzündung und Brand. Centralbl. f. d. med. Wissenschaften. 1869. No. 53.

2) Entzündung bei Unterbindung der Arterien. Ebendas. 1869. Nr. 51.

3) Virch. Archiv 1870.

4) Henle, rationelle Pathologie. Bd. II. Bruecke, Mechanik des Entzündungsprozesses. Sitzungsber. der kaiserl. Akad. 1849.

das Ammon. carb. in Substanz und verschiedenen Lösungen. Saviotti, der den Einfluss der mannigfachsten Substanzen auf die Froschschwimmhaut in einer grossen Anzahl von Versuchen studirte, theilt jene in zwei Reihen, deren eine Dilatation mit nachfolgender Contraction, die andere primäre Contraction, dann Dilatation und schliesslich secundäre Contraction hervorruft. — Saviotti scheint diesen Substanzen — wenigstens konnte ich mich dieses Eindrucks nicht erwehren, — je eine ihnen innewohnende, bisher unerklärliche Fähigkeit zuzuschreiben, theils Dilatation mit folgender Contraction, theils primäre Contraction mit folgender Dilatation und secundärer Contraction hervorzurufen. Ich stellte dieselben Versuche an und erlangte zum Theil andere Resultate, die mich auch eine andere Deutung den Erscheinungen beilegen liessen.

Die Application entzündungerregender Substanzen führte zu verschiedenen Erscheinungen, je nachdem die applicirte Substanz in starker oder schwacher Lösung war; ich konnte so bequem alle Gradationen der Entzündung von der einfachen Hyperämie bis zur hämorrhagischen Entzündung, schliesslich selbst bis zur Gangrän hervorrufen.

Brachte ich Ammon. carb. in Substanz auf die Schwimmhaut, so erweiterten sich sofort sämmtliche Arterien und Venen, womit eine auffällige Herabsetzung der Stromgeschwindigkeit verbunden war; der Arterienpuls wurde deutlicher als zuvor, und setzte sich bis in die Capillaren und kleinen Venen hinein fort; der Blutstrom zeigte nicht mehr die Eigenthümlichkeit des Axenstromes, die Blutsäule füllte das ganze Rohr aus, die weissen Blutzellen bewegten sich langsam am Rande fort, häuften sich perlschnurartig an und lagen schon nach kurzer Zeit ausserhalb der Gefässe. Nach Verlauf von etwa einer halben Stunde ist es zur vollkommenen Stase der gesammten Circulation gekommen: man sieht innerhalb der Gefässe die rothen Blutkörperchen deutlich contourirt dicht aneinander liegen, an einzelnen Stellen ist es zur Gefässzerreissung und Extravasation gekommen. Noch eine Stunde später sind die Contouren der rothen Blutkörperchen verschwunden, diese sind zerstört, ihr Farbstoff ist diffundirt: es ist an eine Wiederherstellung

der Circulation nicht mehr zu denken, die Gefässe liegen als gleichmässig roth gefärbte Stränge da, die nach Verlauf von 24 Stunden ein graugelbes Ansehen darbieten; sie sind dann mit dicht aneinander liegenden hellen Körperchen erfüllt, die ich für die erhaltenen Kerne der rothen Blutkörperchen halte. Nach 2 Tagen ist die Epidermis blasenartig abgehoben und wird nach und nach abgestossen, — man erkennt kaum noch die Contouren der Gefässe, die eine dem Gewebe der Schwimmhaut homogene Farbe zeigen; diese selbst ist nekrotisch und bleibt als caput mortuum liegen.

Wir haben also im Falle der Einwirkung von Ammon. carb. in Substanz, eines jedenfalls stark entzündungerregenden Stoffes, eine Entzündung entstehen sehen, die sich durch sofortigen Eintritt der Gefässdilatation, mit (entzündlicher) Hyperämie, Auswanderung, Exsudation und schliessliche Circulationsstase, Unterbrechung der Ernährung, Nekrose characterisirt.

Anders sind die Erscheinungen bei Einwirkung einer schwachen (10 %) Lösung von Ammon. carbon., es kam dann zu sofortiger Contraction und zwar zuerst und am stärksten der kleinsten; dabei war auch hier die Stromgeschwindigkeit sofort herabgesetzt, der afficirte Bezirk wurde vollständig anämisch, während das Blut mit verstärkter Geschwindigkeit in die nicht betroffenen Theile der Schwimmhaut strömte. — Dieser Zustand hielt indess nicht lange an: bereits nach einer Stunde kam es zur Dilatation der Gefässe, welche mit Hyperämie und Auswanderung — doch nicht Exsudation — verbunden war. In diesem Falle war der Effect dieser Veränderungen eine mässige Schwellung und Trübung der Schwimmhaut, während von einem Zugrundegehen des Epithels oder einer Nekrose des Schwimmhautgewebes nicht die Rede war. Die Circulation stellte sich schon nach einigen Tagen wieder her, und es waren keine weiteren Veränderungen an den Gefässen wahrnehmbar.

Ich kann nicht behaupten, dass in diesem Falle die Veränderungen im Durchmesser des Gefässlumens typische wären, dass etwa allemal zuerst eine Contraction und dann Dilatation eingetreten wäre, sondern in nicht wenigen Fällen sah ich

nach der „primären“ Contraction — so will ich sie mit Saviotti nennen — Contractionen und Dilatationen in Zwischenräumen von 10—15 Minuten mit einander abwechseln, bis es endlich zu einer länger andauernden Dilatation kam, die mit Auswanderung, Trübung und Schwellung des Gewebes verbunden war. Wenn ich demgemäss auch zugestehen muss, dass es stets die Dilatation war, in der es zur Auswanderung und den Erscheinungen am Gewebe der Schwimmhaut kam, die man als entzündliche bezeichnet, wenn somit wohl mit Recht die Ansicht Bruecke's aufgegeben werden kann, dass „durch Verengerung der zuführenden Gefässe Entzündung entstehen soll,“ — so muss ich doch davor warnen, auf die Veränderungen im Durchmesser der Gefässe zu grosses Gewicht zu legen, da dieselben durchaus nicht als constant oder typisch zu bezeichnen sind; oft trat Trübung und Schwellung des Gewebes ein, in Fällen, wo Gefässcontraction mit Dilatation stets mit einander abwechselten, und wo man nicht sagen konnte, es sei eine bestimmte Dilatation gewesen, während deren sich alle Veränderungen im Gewebe vollzogen hätten; in solchen Fällen stellte sich die Circulation oft schon nach Stunden wieder her und das Gewebe fuhr noch fort, sich zu verändern. Da ich ferner der Ansicht bin, dass wahrscheinlich auch die Zellen des Gewebes selbst durch Einwirkung reizender Substanzen zu einer Thätigkeit angeregt werden, vermöge deren es zur Trübung und Schwellung kommt, — erhöhte Ernährung, Theilung? — so meine ich, man dürfe nicht annehmen, dass die sogenannte entzündliche Hyperämie einen zu grossen Antheil an den charakteristischen Erscheinungen der Entzündung nehme, und halte es für überflüssig, dass man ein Gewicht darauf legt, ob entzündliche Hyperämie oder Anämie da ist.

Letztere wechselt oft mit ersterer ab, und dann sind sie beide nicht massgebend für alle Veränderungen im Gewebe; andrerseits giebt es Fälle, in denen die Hyperämie so lange andauert, dass während sie besteht, sich alle Veränderungen vollziehen, und da die Hyperämie von der Gefässdilatation abhängig ist und diese bekanntlich als prädisponirend für die

Auswanderung weisser und rother Blutzellen anzusehen ist, so glaube ich, dass die Hyperämie das Zustandekommen gewisser Veränderungen — aber, wie sich aus dem oben Gesagten leicht ersehen lässt, durchaus nicht aller — begünstigt.

Anders stehen natürlich die Fälle, in denen es zu baldiger Stase kommt, von dieser hängt — das lässt sich wohl kaum bezweifeln — allein die folgende Nekrose ab.

(Schluss folgt.)

Ueber die Baikal-Robbe, Phoca baicalensis.

Von

Dr. B. Dybowski.

(Hierzu Tafel II. und III. A.)

Pallas ist der erste gewesen, der die Baikal-Robbe zu untersuchen Gelegenheit hatte; er vereinigte sie mit dem europäischen Seehunde, Calocephalus vitulinus, unter dem systematischen Namen Phoca canina. Später gab ihr Nilsson eine mehr natürliche Stellung im Systeme, indem er ihre Verwandtschaft mit der europäischen Robbe erkannte und hervorhob; nach Nilssen widmete Gustav Radde der Baikal-Robbe eine specielle, von Abbildungen begleitete, Beschreibung, in welcher er sich bemühte, die Identität der europäischen Robbe, Phoca annellata, mit der des Baikals zu beweisen. — So standen die Sachen, als ich, am Baikal-See wohnend, Gelegenheit fand, ein weit umfassenderes Materiel zu untersuchen, als dasjenige gewesen ist, welches den früheren Forschern zu Gebote stand.

Gestützt auf meine dreijährigen Beobachtungen und Studien an Schädeln junger und erwachsener Thiere, bin ich zu der Ueberzeugung gelangt, dass die Baikal-Robbe zwar der Phoca annellata verwandt, aber dennoch in allen Altersstufen,

von dieser sehr leicht zu unterscheiden ist und als eine selbstständige Art betrachtet werden muss. Im Nächstfolgenden lege ich die Resultate meiner Untersuchungen nieder.

Phoca baicalensis nob. Russisch Nierpa, Buriät. Chap.

Phoca canina, Wall.: Zoograph. Rosso-Asiatica, Vol. I.

Phoca annellata, Nils.: Archiv für Naturgeschichte von Wiegmann, Bd. I.

Phoca annellata, G. Radde: Reisen in Süd- und Ostsibirien, Bd. I, S. 296.

Artkennzeichen. Die Backenzähne sind in der Richtung des Kiefers eingefügt, die des Oberkiefers sind alle vierspitzig, ebenso die vier hintersten des Unterkiefers, während der erste hier dreispitzig ist. Die Zwischenkieferbeine legen sich vorn an die Nasenbeine bis zu einem Drittel der Länge. Die vorderen Ränder der Nasenbeine beschreiben eine tiefe und starke Einbiegung; eine mittlere Zacke fehlt; die äusseren Zacken der Nasenbeine ragen um 4—6 Mm. über die Zwischenkiefer frei vor. Das Tuberculum orbitale anterius erscheint kaum angedeutet. Der hintere Gaumenrand springt spitzwinklig ein. Der Schädel ist zwischen den Augen sehr schmal, nach oben fast schneidend. Die Hirnscheitelbeinnaht verläuft sehr wenig gebogen, in der Mitte beinahe rein transversal. Die Kiefergaumenbeinnaht ist doppelbogenförmig. Der erste Finger der Vorderfüsse ist der längste, aber dünner als der zweite, und seine Kralle kürzer, so dass das Ende der Kralle des zweiten Fingers über das Ende der ersten hinübergreift. Die Krallen der Vorderfüsse sind kräftig, seitlich zusammengedrückt, zugespitzt. Die Hinterfüsse bilden in der Mitte einen bogenförmigen Einschnitt, sind also zweilappig, mit Lappen von gleicher Länge; die beiden äussersten Zacken übertreffen bedeutend die drei mittleren und sind beinahe gleich lang. Der Schwanz ist kurz, der frei hervorstehende Theil desselben beträgt kaum $^{1}/_{20}$ der Körperlänge. — Die Oberseite des Körpers erscheint silberbraun, die Unterseite schmutzig silberbräunlich. Die Augen besitzen eine dunkelbraune Farbe. Die Art erreicht eine Länge von etwa 1300 Mm.

Beschreibung. Der Kopf ist verhältnissmässig klein, flach und niedrig; bei jüngeren Thieren beträgt die Länge etwa $^1/_6$—$^1/_7$ der Körperlänge.

Die breite, abgerundete Schnautze setzt sich deutlich vom Schädel ab. Die Mundspalte ist weit und wird von der wulstigen dicken Oberlippe begrenzt. Auf dieser stehen jederseits acht Reihen langer Schnurbart-Borsten, von welchen die meisten eine wellige Begrenzung besitzen, das heisst, abwechselnd sich erweitern und verengen. Die Zahl der Borstenreihen habe ich constant gefunden, die der Borsten aber in jeder Reihe wechselnd, und zwar zählte ich in der untersten Reihe 9—11 Borsten, in der zweiten 9—11, in der dritten 9—11, in der vierten 8—10, in der fünften 8—9, in der sechsten 6—7, in der siebenten 4—5, in der achten 2—3. Ausser diesen acht Reihen stehen über der Nase jederseits eine kurze Borste und jederseits 5 über den Augen, gegenüber den vorderen oder den inneren Augenwinkeln. Die Augen springen stark gewölbt vor, der Augenschlitz ist schmal, der Lidrand nackt, ohne Wimpern. Die kleine Ohröffnung wird aussen und oben von einer kleinen nackten Hautduplicatur begrenzt. Der Kopf setzt sich in den kurzen Hals fort, welcher, sehr schnell an Dicke zunehmend, in den dicken und plumpen Rumpf übergeht; — dieser ist verhältnissmässig wenig gestreckt, flach und verschmälert sich nach hinten allmählig. — Die Vorderfüsse sind kurz, zart gebaut und schief nach Aussen gestellt; der erste Finger ist der längste, aber viel dünner als der zweite, auch mit einer kurzen und dünnen Kralle versehen. Alle Krallen sind stark zusammengedrückt, wenig gebogen und auf der Unterseite tief ausgehöhlt, enden zugespitzt und ragen über die Zehenballen hinaus. — Die Hinterfüsse sind kräftig und lang und nach hinten bogig ausgeschnitten; die beiden äusseren Zehen gleichen an Länge beinahe einander, der zweite gleicht an Länge der vierten, die dritte Zehe ist die allerkürzeste. Die Krallen stehen fast gerade und sind unten nicht ausgehöhlt; die der Aussenzehe ist die längste. Der sehr kurze Schwanz beträgt, von der Afteröffnung aus gemessen, $^1/_{11}$—$^1/_{12}$ der Körperlänge, seine frei vorstehende Spitze aber erreicht kaum $^1/_{20}$ dieser Länge.

Der Körper wird bei alten Thieren von dicht anliegendem, glänzendem Haar bedeckt, dessen Farbe auf der Oberseite silberbräunlich, auf der Unterseite schmutzig silberbraun; bei jüngeren Thieren ist die Farbe weisslicher in's Silberfarbige spielend; bei ganz jungen, kurz nach der Geburt, erscheint das dichte lange Wollhaar weisslich silbern. Die Augen sind dunkelbraun. Die Bart- und Augenbrauenborsten sind schwarz, einige von den ersteren, und zwar die äussersten aus den untersten Reihen weisslichbraun; die Nägel sind schwarz, mit weisslich horngelblichen Spitzen.

Die sechs oberen Vorderzähne von spitz-kegelförmiger Gestalt stehen in gerader Linie und in geringen gleichen Abständen von einander; die vier mittleren haben beinahe die gleiche Grösse, während die äusseren diese bedeutend übertreffen. Die vier unteren Schneidezähne stehen den oberen an Grösse nach, die zwei mittleren den äusseren; diese sind etwas weiter rückwärts eingefügt und durch einen grösseren Zwischenraum von einander getrennt. Die oberen Eckzähne sind kräftiger als die unteren, sie sind spitz, rückwärts gebogen und bei älteren Individuen öfters stark abgenutzt, die unteren Eckzähne werden in der Regel stärker abgenutzt als die oberen. Alle fünf Backenzähne des Oberkiefers sind beinahe von gleicher Gestalt, der erste und der fünfte sind die kleinsten und beinahe von gleicher Grösse, der zweite Backenzahn ist der allergrösste Auf der Mitte eines jeden Backenzahnes erhebt sich eine hohe Spitze, hinter derselben auf der Schneide zwei und vor derselben eine, so dass alle fünf Backenzähne des Oberkiefers vierspitzig sind; an Schädeln älterer Thiere ist die hintere Spitze des fünften Backenzahnes öfters abgeschliffen und es nimmt sogar der ganze Zahn eine unregelmässige stumpfconische Gestalt an.[1])

Die Backenzähne des Unterkiefers sind ähnlich gestaltet, wie die des Oberkiefers, nur ist das Verhältniss der Grösse

---

[1]) Ich muss ausdrücklich hervorheben, dass die Zähne erwachsener Thiere verhältnissmässig schwächer entwickelt erscheinen als die Zähne junger Thiere; besonders gilt das für die Backenzähne.

einzelner Eckzähne ein anderes, und zwar ist der erste Backenzahn der allerkleinste, der dritte der allergrösste, der vierte grösser als der zweite und dieser grösser als der fünfte. — Die vier hinteren Backenzähne des Unterkiefers sind vierspitzig, der erste stets dreispitzig. Bei einzelnen Schädeln erwachsener Thiere habe ich den fünften linken Backenzahn im Oberkiefer vermisst. — Der Umriss der Schädelkapsel ist unregelmässig, herzförmig. Der Schädel ist zwischen den Augen sehr schmal, oben auf dem freien Rande beinahe schneidend und bucklig gebogen. Dieses Verhältniss findet man nur an Schädeln erwachsener Thiere, bei jüngeren dagegen ist diese Stelle breiter und flacher. Die Nähte der Gehirnkapsel verschwinden mit dem zunehmenden Alter der Thiere, und anstatt ihrer treten verschiedene, mehr oder weniger stark ausgesprochene, leistenartige Erhebungen auf. Das Verschwinden von Nähten und das Auftreten von Leisten giebt uns ein Mittel, das Alter der Thiere annäherungsweise zu bestimmen. So sind an den Schädeln jüngerer Thiere im ersten Lebensjahre alle Nähte deutlich zu sehen, sogar die Stirnbeinnaht (sutura frontalis); im zweiten Lebensjahre verschwindet diese letztere, so wie ein Theil der sutura sagittalis und coronalis, und es tritt schon an der Lambdanaht eine leistenförmige Erhebung auf, im dritten Jahre verschwindet die sutura coronalis vollständig, der Schädel nimmt ein rauhes Ansehen an und es bilden sich schon alle Leisten aus.

An den Schädeln alter Thiere bleiben nur folgende Nähte sichtbar, ein Theil der sutura naso-intermaxillaris, die sutura nasalis, nasomaxillaris, zygomatico — maxillaris, pterygo — maxillaris, pterygo — palatina; — an solchen Schädeln markiren sich die leistenförmigen Erhebungen stark; — so ist die Leiste längs der Lambdanaht als ein dicker Wulst ausgebildet; weniger stark markirt sich die leistenförmige Erhebung, die die äusseren $^2/_3$ der sutura coronalis jederseits einnimmt; — endlich laufen von hinten, von der sutura lambdoidea aus, über die obere Fläche des Schädels, nach vorn convergirend, zwei stärkere flache Leisten, welche, zwischen sich zwei andere schwächere einschliessen. Der anderen Leisten erwähne ich nicht, weil

sie nicht so deutlich ausgeprägt und ihr Verlauf nicht so constant ist.[1])

Der Jochbogen ist sehr stark. Die Orbitotemporalhöhle nimmt mehr als $^1/_3$ der Schädellänge ein. Die Schnauze ist spitz und lang, die Nasenbeine lang und schmal. Die Stirnbeine treten nach vorn spitzwinkelig an die Nasenbeine vor, ohne ein Drittel deren Länge zu erreichen. Die Nasenbeine sind vorn eingebuchtet; an allen älteren Schädeln ist von einer mittleren Zacke keine Spur vorhanden, sie sind vorn spitzbogig begrenzt, ihre äusseren Zacken stehen etwa um 4—6 Mm. über dem Zwischenkiefer nach vorn frei vor. Der hintere Gaumenrand bildet bei den Männchen einen sehr spitzen, in die Gaumenfläche einspringenden Winkel, bei den Weibchen ist er weniger spitz. Die Gaumenkiefernaht ist immer doppeltbogig. Die sutura coronalis ist sehr schwach gebogen, in der Mitte ihres Verlaufes beinahe geradlinig. Die grösste Breite des Unterkiefers fällt etwa in die Mitte zwischen dem vierten und dem fünften Backenzahne. An der Wirbelsäule zählte ich sieben Hals-, 15 Brust-, 5 Lenden-, 2 Kreuz- und 15 Schwanz-Wirbel.

Ohne mich in eine specielle Erörterung der Verschiedenheiten der Form des Schädels und des Körpers, welche durch das Alter der Individuen bedingt werden, einzulassen, verweise ich auf die nachstehende Tabelle, welche die Resultate meiner Messungen an vier Schädeln enthält, ferner auf Massverhält-

---

[1]) Unsere Beobachtungen über die Alterskennzeichen der Baikal-Robbe stimmen nicht mit den Angaben des Herrn G. Radde, welcher behauptet, dass das Exemplar, das er am Baikal-See erbeutet hatte, ein drei- bis vierjähriges Weibchen sein soll. Die Abbildungen des Schädels und des Beckens dieses vermeintlich 3—4 Jahre alten Thieres, welche Herr Radde seiner Beschreibung beigegeben hat, sprechen am allerberedtesten für die Unrichtigkeit dieser Behauptung. Alle Nähte des Schädels sind vollständig sichtbar, der Schädel ist abgerundet, glatt ohne Leisten und Rauhigkeiten, das Becken ist ganz klein, unausgebildet, so gross wie diejenigen Becken unserer Sammlung, welche Thieren entnommen waren, die noch mit Muttermilch gesäugt waren.

nisse der Körpertheile ganzer Thiere, endlich auf die Abbildungen, welche diesem Aufsatze beigefügt sind.

Die Maasse sind in Millimetern angegeben.

Tabelle I.
Phoca baikalensis.

No.		No. 1. Schädel ein. alten ♀	No. 2. Schädel ein. alten ♂	No. 3. Schäd. ein. 5·6 monatl. ♂	No. 4. Schäd. e. neugeborenen ♀
1.	Grösste Länge des Schädels, vom vorderen Rande des os intermaxillare bis zum äussersten Ende des condylus occipitalis bei No. 1, 2 und 3, oder bis zum hinteren Rande des Foramen magnum bei No. 4	196[1] **100**	188 **100**	144 **100**	133 **100**
2.	Länge des Schädels in seiner Grundlage vom Halse des mittleren Vorderzahnes bis zum Rande des Hinterhauptloches	184 **93·9**	173 **92·9**	131 **90·9**	117 **87·9**
3.	Länge der Schnauze von dem Halse eines der oberen Vorderzähne bis zum hinteren Rande des Unteraugenhöhlenloches	64 **32·6**	61·5 **32·7**	52 **36·1**	45 **33·8**
4.	Länge des Jochbogens, von dem oberen Basalrande des processus zygomatic. ossis maxillaris bis zum hinteren oberen Rande des Meatus auditorius externus	89 **45·4**	81 **43·6**	68 **47·2**	60·5 **45·4**
5.	Länge der Schädelkapsel vom Tuber frontale bis zur Mitte des oberen Randes des Foramen magnum	71 **36·2**	68·5 **36·4**	67·5 **46·8**	70 **52·6**
6.	Länge der apertura pyriformis vom vorderen Rande des os intermaxillare bis zur Mitte des vorderen Ausschnittes der Nasenbeine	45 **22·9**	45·5 **24·2**	— —	30·5 **22·9**
7.	Grösste Länge der Nasenbeine . . .	[2]	—	36	36·5
8.	Länge der Stirnbeine von der vorderen Spitze bis zur Mitte der sutura coronalis	—	—	55	48·5

1) Die obere Zahlenreihe giebt das Resultat der directen Messung an, die untere Zahlenreihe ist die durch Berechnung abgeleitete Verhältnisszahl, indem als Einheit die grösste Länge des Schädels angenommen wurde.

2) Die obere Spitze der Nasenbeine ist gar nicht zu sehen, weil die Verwachsung der Nähte hier stattgefunden hat.

No.		No. 1. Schädel ein. alten ♀	No. 2. Schädel ein. alten ♂	No. 3. Schäd. ein. 5·6 monatl. ♂	No 4. Schäd. e. neugeborenen ♀
9.	Länge der Scheitelbeine, an der sutura sagittalis gemessen	—	—	21·5	24
10.	Länge des Hinterhauptbeines von seinem vorderen Winkel bis zum oberen Rande des foramen occipitale	—	—	36	42
11.	Entfernung der vorderen Nasenbeinspitze vom oberen Rande des foramen occipitale	158 **80·6**	149 **79·2**	122 **84·7**	118 **88·7**
12.	Länge des palatum durum längs der Medianlinie	86 **43·8**	78 **41·4**	— —	59 **44·3**
13.	Breite der Schnauze an den juga alveolaria der oberen Eckzähne	30 **15·3**	29 **15·4**	20·5 **14·2**	17·5 **13·1**
14.	Breite der Schnauze an den tubera maxillaria	47 **23·9**	45 **23·9**	34·5 **23·9**	33 **24·8**
15.	Die kleinste Breite des Schädels zwischen den Augen	4·0 **2·0**	3·5 **1·8**	5·0 **3·4**	6·0 **4·5**
16.	Grösste Breite des Schädels soweit sie durch die Jochbögen bedingt ist . .	116 **59·6**	114 **58·5**	89 **61·8**	80·5 **60·5**
17.	Breite des Schädels an den Gehöröffnungen und zwar an dem inneren unteren Rande derselben	84·5 **43·1**	80·5 **42·8**	68·5 **47·1**	63 **47·3**
18.	Grösste Breite des Schädels zwischen den Tubera parietalia	80 **40·8**	79 **42·0**	75·5 **52·4**	71 **53·3**
19.	Grösste Breite des Schädels an der Lambdanaht	71 **36·2**	75·5 **40·1**	75 **52·0**	65 **48·8**
20.	Höhe des foramen magnum	23 **11·7**	25 **13·2**	25 **17·3**	21 **15·7**
21.	Breite des foramen magnum	28 **14·2**	29 **15·4**	30 **20·8**	27 **20·3**
22.	Abstand zwischen den beiden äusseren Enden der processus condyloidei ossis occipitis	57 **29·0**	55 **29·2**	50 **34·7**	46 **34·5**
23.	Abstand zwischen den beiden inneren Enden der processus condyloidei ossis occipitis	19 **9·6**	18 **9·5**	19 **13·1**	14 **10·5**
24.	Abstand zwischen den inneren Rändern der cavitates glenoideae der Schläfenbeine	65 **33·1**	55 **29·2**	55 **38·1**	43 **32·3**
25.	Abstand zwischen den äusseren Rändern der cavitates glenoideae der Schläfenbeine	103 **52·5**	91 **48·9**	78 **54·1**	65·5 **49·2**
26.	Abstand zwischen den beiden foramina infraorbitalia	44 **22·3**	42 **22·3**	35 **24·3**	31 **23·3**
27.	Abstand zwischen den beiden letzten Backenzähnen des Oberkiefers an ihrem äusseren Basalrande	39·5 **20·1**	36 **19·6**	32 **22·2**	32 **24·0**
28.	Abstand zwischen den beiden ersten Backenzähnen	25·5 **13·0**	26 **13·8**	21 **14·6**	20·5 **15·4**

No.		No. 1. Schädel ein. alten ♀	No. 2. Schädel ein. alten ♂	No. 3. Schäd. ein. 5·6 monatl. ♂	No. 4. Schäd. e. neugeborenen ♀
29.	Abstand zwischen den beiden äusseren Schneidezähnen des Oberkiefers, an ihrem Aussenrande	17 **8·6**	15·5 **8·2**	14·5 **10·0**	12 **9·0**
30.	Länge des Unterkiefers von der Basis der mittleren Schneidezähne bis zum äusseren Rand des processus condyloideus	130 **66·3**	124 **65·9**	91 **63·1**	84 **63·1**
31.	Abstand der beiden processus coronoidei von einander	93·0 **47·4**	87 **46·2**	66 **45·8**	57 **42·8**
32.	Länge der Naht beider Unterkieferhälften	15 **7·6**	17 **9·5**	11 **7·6**	7 **5·2**
33.	Grösste Höhe des Horizontalastes des Unterkiefers	21 **10·7**	19 **10·1**	15 **10·4**	13·5 **10·1**
34.	Höhe der Schnauze von der Mitte des vorderen Ausschnittes der Nasenbeine bis zum harten Gaumen	29·5 **15·0**	32 **17·0**	— —	26 **19·5**
35.	Höhe der Schnauze in der Gegend der Unteraugenhöhlenlöcher	43·5 **22·1**	40 **21·2**	— —	32 **24·0**
36.	Höhe des Schädels in der Gegend der Glabella	50 **25·5**	47 **25·0**	44 **30·5**	42 **31·5**
37.	Höhe des Schädels von der Schädelbasis bis zum vorderen oberen Winkel der pars occipitalis ossis occipitis . . .	61 **31·1**	60 **31·9**	51 **35·4**	49·5 **37·2**
38.	Grösste Höhe des Schädels mit Inbegriff des Unterkiefers	86 **43·8**	77 **40·9**	62 **43·0**	56 **41·3**
39.	Grösste Höhe am Jochbogen	21 **10·7**	20 **10·6**	19 **13·1**	15 **11·2**
40.	Grösste Breite der Nasenbeine, oder Abstand der beiden vordersten Spitzen der Nasenbeine von einander . . .	11·5 **5·8**	11·0 **5·8**	— —	9 **6·7**
41.	Länge desjenigen Theiles des Zwischenkiefers, der sich an die Nasenbeine anlegt	12·5 **6·3**	12·0 **6·3**	— —	5 **3·7**
42.	Länge der frei vorstehenden Spitzen der Nasenbeine	6·0 **3·0**	4·5 **2·3**	— —	4·0 **3·0**
43.	Tiefe des vorderen Ausschnittes der Nasenbeine	7·0 **3·5**	6·5 **3·4**	4·0 **2·7**	3·0 **2·2**
44.	Länge des limbus alveolaris des Unterkiefers, von der vorderen Basis der mittleren Schneidezähne bis zum hinteren Rande des fünften Backenzahnes gemessen	53·5 **27·2**	53·0 **28·1**	42·5 **29·5**	43 **32·3**
45.	Länge des limbus alveolaris am Oberkiefer	63 **32·1**	61 **32·4**	47 **32·6**	45·5 **34·2**
46.	Länge der Backenzahnreihe im Oberkiefer	42·5 **21·6**	42 **22·3**	34 **23.6**	34 **25·5**
47.	Länge der Backenzahnreihe im Unterkiefer	39·8 **20·3**	39 **20·7**	33 **22·9**	34 **25·5**

No.		No. 1. Schädel ein. alten ♀	No. 2. Schädel ein. alten ♂	No. 3. Schäd. ein. 5·6 monatl. ♂	No. 4. Schäd. e. neugeborenen ♀
48.	Höhe der mittleren Schneidezähne im Oberkiefer	5·5 **2·8**	6·0 **3·1**	5·0 **3·4**	2·0 **1·5**
49.	Breite der mittleren Schneidezähne im Oberkiefer (der Querdurchmesser derselben)	2·0 **1·0**	2·0 **1·0**	2·0 **1·3**	2·0 **1·5**
50.	Höhe der folgenden Schneidezähne im Oberkiefer	5·0 **2·5**	6·0 **3·1**	5·0 **3·4**	3·5 **2·6**
51.	Breite derselben	2·0 **1·0**	2·0 **1·0**	2·2 **1·5**	2·0 **1·5**
52.	Höhe der äusseren Schneidezähne im Oberkiefer	8·0 **4·0**	8·5 **4·5**	6·8 **4·7**	3·0 **2·2**
53.	Breite derselben	4·0 **2·0**	3·0 **1·5**	3·0 **2·0**	2·0 **1·5**
54.	Höhe des Eckzahnes im Oberkiefer . .	13·0 **6·6**	15 **7·9**	10·5 **7·2**	4·0 **3·0**
55.	Längendurchmesser der Basis desselben	7·5 **3·8**	8·0 **4·2**	6·0 **4·1**	3·0 **2·2**
56.	Höhe des ersten Backenzahnes im Oberkiefer	5·0 **2·5**	6·0 **3·1**	4·8 **3·3**	3·0 **2·2**
57.	Längendurchmesser der Basis desselben	5·0 **2·5**	5·0 **2·6**	4·8 **3·3**	4·5 **3·3**
58.	Höhe des zweiten Backenzahnes . . .	6·5 **3·3**	7·0 **3·7**	6.8 **4·7**	4·0 **3·0**
59.	Längendurchmesser desselben	8.0 **4·0**	7·0 **3·7**	6·8 **4·7**	5·5 **4·1**
60.	Höhe des dritten Backenzahnes . . .	6·5 **3·3**	6·0 **3·1**	5·0 **3·4**	4·0 **3·0**
61.	Längendurchmesser desselben	6·5 **3·3**	6·0 **3·1**	7·5 **5·2**	7·0 **5·2**
62.	Höhe des vierten Backenzahnes . . .	5·5 **2·8**	5·0 **2·6**	4·8 **3·3**	4.0 **3·0**
63.	Längendurchmesser desselben	6·0 **3·0**	6·3 **3·3**	6·6 **4·5**	7·0 **5·2**
64.	Höhe des fünften Backenzahnes . . .	4·7 **2·9**	4·5 **2·5**	4·0 **2·7**	3·0 **2·2**
65.	Längendurchmesser desselben	5·0 **2·5**	5·5 **2·9**	4·5 **3·1**	6·0 **4·5**
66.	Höhe der mittleren Schneidezähne im Unterkiefer	3·0 **1·5**	4·0 **2·1**	— —	2·0 **1·5**
67.	Breitendurchmesser derselben	2·0 **1·0**	2·0 **1·0**	— —	1·5 **1·1**
68.	Höhe der äusseren Schneidezähne . .	4·5 **2.2**	4·8 **2·5**	— —	3·0 **2·2**
69.	Deren Breitendurchmesser	2·5 **1·2**	2·0 **1·0**	— —	2·0 **1·5**
70.	Höhe des Eckzahnes im Unterkiefer . .	10·5 **5·3**	10·0 **5·3**	9·0 **6·9**	4·0 **3·0**

No.		No. 1. Schädel ein. alten ♀	No. 2. Schädel ein. alten ♂	No. 3. Schäd. ein. 5·6 monatl. ♂	No. 4. Schäd. e. neugeborenen ♀
71.	Längendurchmesser desselben	6·5 **3·3**	7·0 **3·7**	5·0 **3·4**	2·5 **1·8**
72.	Höhe des ersten Backenzahns im Unterkiefer	4·5 **2·2**	5·0 **2·6**	5·5 **3·8**	4·0 **3·0**
73.	Längendurchmesser desselben	4·0 **2·0**	4·5 **2·5**	4·5 **3·1**	4.5 **3·3**
74.	Höhe des zweiten Backenzahnes . . .	6·5 **3·3**	6·5 **3·4**	6·5 **4·5**	4·5 **3·3**
75.	Längendurchmesser desselben	7·5 **3·8**	7·0 **3·7**	7·5 **5·2**	5·5 **4·1**
76.	Höhe des dritten Backenzahnes . . .	6·5 **3·3**	6·5 **3·4**	6·2 **4·3**	5·0 **3·7**
77.	Längendurchmesser desselben	8·5 **4·3**	8·0 **4·2**	8·0 **5·5**	7·5 **5·6**
78.	Höhe des vierten Backenzahnes . . .	6·0 **3·0**	6·0 **3·1**	5·3 **3·6**	5·0 **3·7**
79.	Längendurchmesser desselben	8·0 **4·0**	8·0 **4·2**	7·5 **5·2**	7·0 **5·2**
80.	Höhe des fünften Backenzahnes . . .	5·0 **2·5**	4·5 **2·5**	5·2 **3·6**	4·0 **3·0**
81.	Längendurchmesser desselben	7·5 **3·8**	6·5 **3·4**	6·0 **4·1**	7·5 **5·6**

Tabelle II.

Phoca baikalensis.

No.		Einjähriges ♀	Ein Säugling.	Ein Säugling.	Ein Säugling.	Schädel eines neugeborenen ♀
1.	Körperlänge	990	960	945	930	690
2.	Umfang des Körpers hinter den Vorderbeinen	950	810	800	800	330
3.	Umfang des Körpers vor den Hinterbeinen	—	420	—	—	220
4.	Länge des Kopfes	—	167	—	—	143
5.	Länge des Schwanzes von der Afteröffnung aus gemessen . .	—	83	—	—	52
6.	Länge der Vorderfüsse vom Rumpfe aus gemessen	—	157	—	—	103
7.	Länge der Hinterfüsse	—	225	—	—	195
8.	Abstand der Vorderfüsse von der Nasenspitze	—	400	—	—	227

No.		Einjähriges ♀	Ein Säugling.	Ein Säugling.	Ein Säugling.	Schädel eines neugeborenen ♀
9.	Abstand der Vorderfüsse von den Hinterfüssen	—	550	—	—	330
10.	Breite des Körpers hinter den Vorderfüssen	—	370	—	—	145
11.	Breite des Körpers vor den Hinterfüssen	—	145	—	—	92
12.	Abstand des vorderen inneren Augenwinkels von der Nasenspitze	—	60	—	—	53
13.	Abstand des hinteren äusseren Augenwinkels von der Nasenspitze	—	74	—	—	64
14.	Längendurchmesser der Augenspalte	—	23	—	—	17
15.	Breitendurchmesser der Augenspalte	—	11·5	—	—	8
16.	Sehne der Mundspalte	—	52	—	—	38
17.	Abstand des Mundwinkels von der Nasenspitze	—	51	—	—	50
18.	Abstand der Ohröffnung von der Nasenspitze	—	104	—	—	95
19.	Abstand der beiden Ohröffnungen von einander	—	117	—	—	76
20.	Abstand der beiden Augen von einander	—	32·5	—	—	29
21.	Umfang des Kopfes am Hinterhaupte	—	445	—	—	263
22.	Länge der Bartborsten	—	83	—	—	42
23.	Länge der Kralle am ersten Finger des Vorderfusses	—	32	—	—	27
24.	Länge der Kralle am zweiten Finger des Vorderfusses . . .	—	35	—	—	29
25.	Länge der Kralle am dritten Finger des Vorderfusses	—	35	—	—	28
26.	Länge der Kralle am vierten Finger des Vorderfusses . . .	—	32	—	—	26·5
27.	Länge der Kralle am fünften Finger des Vorderfusses	—	26	—	—	21
28.	Länge der Kralle am ersten Finger des Hinterfusses	—	17	—	—	17
29.	Länge der Kralle am zweiten Finger des Hinterfusses	—	14·5	—	—	15
30.	Länge der Kralle am dritten Finger des Hinterfusses	—	16	—	—	13
31.	Länge der Kralle am vierten Finger des Hinterfusses	—	14	—	—	14
32.	Länge der Kralle am fünften Finger des Hinterfusses	—	13	—	—	13

Zuletzt will ich noch Einiges über die Lebensgeschichte der Baikal-Robben erwähnen. — Die Robben sind im Baikal-See ziemlich häufig, nur findet man während des Sommers sehr selten Gelegenheit sie zu beobachten. So ist es mir z. B. während meines dreijährigen Aufenthaltes im Dorfe Kultuk am Baikal-See, nur ein paar Mal gelungen in der Ferne Robben im Schwimmen zu sehen. Ich erfuhr von den hiesigen Jägern, welche oft Jagdexcursionen längs des Seeufers in den Monaten Juni und Juli vornehmen, dass sie Robben in der Nähe des felsigen Südweststrandes (Kolokolnyjmys- und Bolosvinnaja-Bucht) öfters gesehen und sogar auf dieselben geschossen haben, jedoch wurde im Sommer kein einziges Exemplar während der drei letzten Jahre erlegt.

Vom Herauskriechen der Robben auf den Strand wissen die hiesigen Einwohner gar nichts; ja die meisten verneinen es vollständig und berufen sich dabei auf ihre langjährige Erfahrung und auf die Art und Weise, wie die Jagd während des Sommers betrieben wird. Diese letztere besteht hier in Kultuk einfach darin, dass man hinter Felsblöcken versteckt den in der Nähe des Ufers umherschwimmenden Individuen auflauert.

Die Brunstzeit der Robben fällt auf die Monate Juli und August. Die Begattung soll nach Angabe hiesiger Jäger an der Wasserfläche stattfinden. Die Jungen werden auf dem Eise geboren und die Zeit der Gravidität muss mit Berücksichtigung aller uns bekannt gewordenen Umstände auf 6—7 Monate reducirt werden, wobei die Zeit des Gebärens auf die Monate Januar und Februar fällt. Die Jungen werden vollkommen entwickelt geboren, jedoch in der Körpergestalt und Behaarung wesentlich von den Alten verschieden. Ein kurz nach der Geburt erfrorenes Thier, welches auf dem Eise gefunden wurde, liegt mir vor; seine Nabelschnur war zu der Zeit, als ich es zur Untersuchung bekam, noch weich. — Das ganze Thier misst 690 Mm., seine Gestalt ist sehr gestreckt, der Kopf abgerundet, die Schnauze kurz, das Wollhaar 30 Mm. lang, ist dicht, schwach gekräuselt und silbernweiss. Der Schädel ist vollkommen verknöchert; Fontanellen sind nicht vorhanden,

und die Nähte werden durch eine sehr schmale Knorpelschicht deutlich angezeigt. Unter der Haut fand sich keine Spur von Fettzellgewebe abgelagert. Der Magen ist mit einer braunen, fetten, amorphen Substanz, mit blutigem Schleim untermischt, gefüllt. Meine Beobachtung bekräftigt also die früheren Angaben, indem sie zeigt, dass die Robbenjungen verhältnissmässig sehr gross zur Welt kommen und mit Wollhaar bedeckt geboren werden.

Bei dem Wachsthum nehmen die Jungen sehr schnell an Umfang, aber weniger schnell an Länge zu. So messen die Exemplare, welche Ende April oder Anfang Mai geschossen werden, 900—960 Mm. an Länge, 800 Mm. am Umfange und wiegen 30—40 Pfund, während das Exemplar von 690 Mm. Länge nur 330 Mm. im Umfange misst und 7 Pfund wiegt; dieses angegebene Verhältniss bleibt im Wesentlichen für das spätere Wachsthum als Regel; so zeichnen sich die einjährigen Jungen vor den Säuglingen weniger durch die Länge aus, als hauptsächlich durch den Umfang des Körpers und das Gewicht. Dieser Umstand ist öfter die Veranlassung gewesen, dass junge Robben für alte gehalten worden sind; wie es G. Radde gethan hat, der ein 7—8 monatliches junges Thier für ein 3—4 jähriges ausgiebt. Um sich vor solchen Irrthümern zu bewahren, müssen die Skeletttheile vor Allem berücksichtigt werden und in erster Reihe der Schädel, wobei das Verhältniss seiner Nähte und der leistenartigen Erhebungen den besten Beweis für das Alter der Thiere liefert (siehe oben).

Die früheren Beobachter, unter anderen auch Brehm, geben die Zeit des Säugens sehr kurz an. Was meine Erfahrungen anlangt, so muss ich mindestens 4 Monate annehmen, in welchen die Jungen ausschliesslich von Muttermilch leben. Alle Exemplare, welche Ende April und Anfang Mai geschossen wurden, hatten stets im Magen eine weisslichgelbe, dickliche, amorphe Substanz, welche ich als Milch deuten muss, und in keinem einzigen Falle habe ich bei jungen Thieren, weder im Magen, noch im Darmkanale irgend welche Ueberreste anderer Nahrungsstoffe gefunden. Ueber Nahrungsstoffe, welche im Magen älterer Thiere vorkommen, kann ich leider

keine Auskunft geben, da ich kein einziges erwachsenes Thier mit Eingeweiden erhalten konnte.[1]) Sogar über die Grösse erwachsener Thiere können nur approximative Zahlen angegeben werden, da ich von denselben nur Schädel und Bälge besitze; nach letzteren zu urtheilen, könnten die erwachsenen Thiere eine Länge von 1300 Mm. erreichen, wobei der grösste Umfang des Körpers 1200 Mm. betragen dürfte.

Während des Sommers und Herbstes halten sich die Robben, wie schon oben erwähnt, im freien Wasser auf, aber mit dem Eintritt des Winters, mit dem Eisstande, stellen sich ganz neue Verhältnisse ein, bei welchen es sehr schwierig wird, die Thiere zu beobachten, weshalb auch die Art und Weise, wie die Robben den Winter zubringen, noch lange nicht aufgeklärt ist.

Nachdem der Baikal-See sich mit Eis bedeckt hat, was Anfang Januar n. s. geschieht, bleibt das Thier unter dem Eise bis zur Hälfte des Monats Mai. Es würden mithin die Robben etwa 4 Monate von der Luft abgeschnitten sein, wenn sie nicht Mittel fänden, regelmässige Communicationsbahnen mit der Oberfläche herzustellen. Die Fragen, welche sich bei Betrachtung dieser Verhältnisse zunächst aufdrängen, sind folgende: 1. Sind diese Communicationswege von Robben zu Stande gebracht oder wissen diese Thiere Wege zu benutzen, welche

---

1) Ein unerklärliches und unüberwindliches Vorurtheil, welches bei den hiesigen Jägern tief eingewurzelt ist, erlaubt ihnen nicht ein unversehrtes oder nicht abgebalgtes Thier zu verkaufen. So wird von ihnen das Fleisch der geniessbaren Thiere, Reh, Hirsch, Elennthier immer ohne Fell verkauft, das der ungeniessbaren Thiere aber stets weggeworfen und nur das Fell verkauft. Das Verkaufen eines ganzen Thieres sammt Fleisch und Fell wird immer als Sünde (grech) gedeutet; ja sogar das Fleisch der ungeniessbaren Thiere darf nicht verkauft werden, sondern muss in's Wasser geworfen werden; geschieht dieses nicht, so wird der Jäger durch das Schicksal bestraft, d. h. verliert für ein Jahr oder das ganze Leben sein Jagdglück. Gegen dieses Vorurtheil können nur grosse Geldentschädigungen wirksam sein, welche in keinem Verhältnisse zu dem Werthe des Gegenstandes stehen und von mir leider nicht bestritten werden konnten.

von der Natur selbst angelegt worden sind? 2. Ist überhaupt die Annahme solcher Communicationswege nothwendig, oder lässt sich das Erscheinen der Robben auf dem Eise während des Winters auch ohne diese Annahme erklären?

Zur Lösung dieser Fragen habe ich während des letzten Winters eingehende Untersuchungen angestellt und weitläufige Excursionen auf dem See vorgenommen. Die Resultate lassen sich kurz in Folgendem zusammenfassen.

Auf der ganzen Strecke zwischen Kultuk, Listwinitschnaja und Wydrennaja, also an dem ganzen südlichen Umfange des Baikals, welcher etwa 90 Werst betragen mag, ist keine einzige Stelle vorhanden, welche im Winter nicht vom Eise bedeckt wäre.

Die Eisspalten sind während des Winters sehr eng und frieren recht bald nach ihrem Entstehen wieder zu, können demnach unmöglich als Communicationsweg angenommen werden. Die Dicke des Eises an verschiedenen Stellen des von mir untersuchten Reviers schwankt zwischen 1000—600 Mm. Vom Januar bis Ende März, also zu einer Zeit, in welcher der Schnee noch nicht von den Sonnenstrahlen angegriffen wird, können keine Spuren von Robben entdeckt werden. Erst gegen Ende März und Anfang April können die Luftlöcher, die sogenannten „Produschiny“ aufgefunden werden. Man entdeckt sie mit Hülfe von zu diesem Zwecke besonders dressirten Hunden und stellt in die Löcher Netze, welche aus Pferdehaaren angefertigt sind. Mit Hülfe solcher Netze werden lebendige junge Robben eingefangen. Die Luftlöcher findet man immer in den „Eisfeldern“, welche hier „Toros“ genannt werden, — ihre Gestalt und Grösse ist verschieden, sie stellen kurze trichterförmige, unten erweiterte Löcher dar, in deren Nähe man keine Faecalmassen oder Nahrungsüberreste vorfindet. — Ein solches Luftloch wurde von mir näher untersucht: es lag um 7—8 Werst vom Ufer entfernt, die Dicke des Eises an dieser Stelle betrug 600 Mm., der Durchmesser des Loches war einem Meter gleich, und die Tiefe des See's erreichte 850 Meter.

Auf Grund dieser von uns ermittelten Thatsachen lässt

sich als sehr wahrscheinlich annehmen, dass die Communicationswege schon vom Anfange des Winters an existiren mögen, nur dass sie unter dem Schnee nicht aufgesucht werden können, ferner, dass die Luftlöcher nur als Product der Thätigkeit der Robben selbst anzusehen sind; wie sie aber zu Stande gebracht werden, darüber liegt uns vorläufig keine Thatsache vor.

Kultuk am Baikal-See, d. 10. Nov. 1871.

Erklärung der Tafel.

Fig. I. Schädel eines alten Männchens, Ansicht von oben.
„ II. Schädel eines alten Männchens, Ansicht von unten.
„ III. Schädel desselben Männchens von der Seite betrachtet.
„ VI. Schädel-Ansichten eines neugeborenen jungen Thieres.

Varietät des Musc. interosseus dorsal. manus II.

Von

Dr. A. v. Brunn,
Prosector in Göttingen.

(Hierzu Taf. III. B.)

An beiden Händen einer männlichen Leiche fand sich neben den zwei normalen, von den einander zugewandten Flächen der Ossa metacarp. II. und III. entspringenden Köpfen des Musc. interosseus dors. II. ein dritter Kopf (s. Taf. III. B. id*). Derselbe entspringt von der unteren Hälfte der Dorsalfläche des Hakenbeins und verläuft schräg über das obere Gelenkende des vierten und die Mitte des dritten Mittelhandknochens, um sich in der Höhe des Fingercarpalgelenkes mit der Sehne der beiden anderen Köpfe zu vereinigen. Die Ursprungssehne ist 4 Mm. breit und geht 2 Cm. vom Ursprunge in den platten, 7 Mm. breiten und 4 Cm. langen Muskelbauch über, an welchen sich die runde Endsehne von ca. 2 Mm. Durchmesser und 1 Cm. Länge ansetzt. Die Insertion der den drei Köpfen gemeinsamen Sehne ist die normale an der radialen Seite der Basis der ersten Phalanx des Mittelfingers.

Da diese Varietät meines Wissens noch nicht beschrieben ist, hielt ich sie der Mittheilung für werth.

Erklärung der Figur.

Die Figur stellt die Rückenfläche der rechten Hand nach Entfernung der Strecksehnen dar:

id III. Musc. inteross. dorsalis III; id II. Musc. inteross. dors. II; id* abnormer dritter Kopf des letzteren.

Beschreibung einer frühzeitigen menschlichen Frucht im bläschenförmigen Bildungszustande nebst vergleichenden Untersuchungen über die bläschenförmigen Früchte der Säugethiere und des Menschen.

Von

C. B. Reichert.

Ergebnisse.

1. Die beschriebene menschliche Frucht hat die Form einer dicken Linse mit kreisförmigem abgerundetem Rande, an welcher unterschieden werden: die etwas abgeplattete „basilare oder Grundwand“ mit dem Embryonal-Fleck Coste's; die gegenüberliegende „freie“ Wand; und die durch einfach hohlcylindrische Zotten ausgezeichnete „Randzone“. Ihr langer Durchmesser beträgt 5·5 Mm., der kurze 3·3 Mm. Sie ist ein Bläschen, dessen Hülle aus einer epithelialen Membran (Umhüllungshaut) besteht. An der Höhlenfläche der basilaren Wand und zwar im centralen Bezirk breitet sich eine kreisförmige begrenzte Schicht locker aneinander liegender, durch gegenseitigen Druck sich abplattender, fein granulirter, gekernter Zellkörper aus, durch welche die Zeichnung des sogenannten Coste'schen Embryonal-Fleckes der Säugethier-Früchte bewirkt wird. Der Inhalt besteht aus einer gallertartigen Substanz, die in Alkohol zu einer filzartigen Masse und einer Lamelle gerinnt, welche der Höhlenfläche der epithelialen Wandung des Bläschen adhärirt. Die Zona pellucida ist nicht mehr vorhanden.

2. Das Alter oder die Entwickelungszeit der Frucht ist auf 12—13 Tage abgeschätzt. Zur Grundlage dieser Berechnung hat der genau constatirte Ausfall der regelmässig sich einstellenden Menstruationsperiode gedient. Dem Embryologen steht zur Abschätzung des Alters menschlicher Früchte nur der erste Ausfall des Blutergusses der Menses zu Gebote, nach welchem das Alter der Frucht bis auf ein oder zwei unsichere Tage festgestellt werden kann. Der Beweis dieses Satzes stützt sich darauf, dass die Föcundation beim Menschen nur zur Zeit der Menstruationsperiode, und zwar im ersten Zeitabschnitt derselben, angenommen werden darf: 1) weil der Austritt reifer Eier und die Vorbereitung des Fruchthälters durch die Decidua menstrualis für die Einkapselung des in der Entwickelung begriffenen, befruchteten Eies nur während der Menstruationsperiode Statt haben kann; und 2) weil der Einkapselungsprocess vermittelst der Decidua vera und reflexa an eine bestimmte Bildungsperiode, an ein bestimmtes Alter der Frucht gebunden ist. Das letztere Moment weist die Annahme zurück, dass der Befruchtungsakt zwischen zwei Menstruationsperioden an einem Ei vollzogen werden könne, welches etwa in einer, — der zuletzt ausfallenden, — voraufgehenden Menstruationsperiode ausgetreten wäre. Vorausgesetzt wird aber, dass befruchtungsfähige Samenkörperchen zu jeder Zeit und also auch während einer jeden Menstruationsperiode an der Befruchtungsstätte in der Ampulla (Receptaculum seminis) der Eileiter anwesend sein können.

3. Die in Rede stehende menschliche Frucht ist bereits vollständig von der Fruchtkapsel (Decidua reflexa) eingeschlossen. Aber die Beschaffenheit der zur Abschliessung der Fruchtkapsel sich bildenden freien Wand, sowie die Einfachheit und das beschränkte Auftreten der Zotten der Frucht rechtfertigen die Annahme, dass die Abschliessung etwa 24, höchstens 48 Stunden vor dem Tode der Schwangeren stattgefunden habe, — also etwa am 10. oder 11. Tage nach der Befruchtung des Eichens. Aus den Umständen, unter welchen der Einkapselungsprocess sich vollzieht, darf geschlossen werden, dass derselbe bis zum völligen Abschluss des Nestes wenigstens 3

Tage gebraucht. Hiernach darf man die Zeit der Fixirung der menschlichen Frucht im Fruchthälter behufs der Einkapselung auf den 8. Tag nach der Befruchtung feststellen.

4. Aus der Untersuchung von Fruchthältern während der Menstruationsperiode hat sich ergeben, dass in Betreff der letzteren zwei Zeitabschnitte zu unterscheiden sind, mag dabei ein Befruchtungsact vorkommen oder nicht. In den ersten Zeitabschnitt fallen; der Austritt des reifen Eichens aus dem Graaf'schen Follikel des Eierstockes, und die Vorbereitung des Fruchthälters für die Einkapselung der Frucht durch Bildung der Decidua menstrualis in der äusseren Grenzschicht des Stratum mucosum. Der zweite Zeitabschnitt verhält sich verschieden, je nachdem die Menstruationsperiode von einem Befruchtungsact begleitet ist, oder nicht. Im letzteren Falle stellt sich unter Bluterguss die Rückbildung der Decidua menstrualis ein. Ueber das Schicksal des ausgetretenen Eichens wissen wir nichts Zuverlässiges; es ist aber höchst wahrscheinlich, dass es mit dem Bluterguss verloren geht. Im ersteren Falle tritt das befruchtete Ei in die Furchungsperiode ein, und die Decidua menstrualis bildet sich für die Einkapselung der Frucht zur Decidua vera aus. Etwas verschieden verhält sich auch in beiden Fällen, wie bekannt, die Umwandlung des Graaf'schen Follikels in das Corpus luteum.

5. Die Decidua vera entwickelt sich aus der Decidua menstrualis unter stärkerer Ausprägung der cotyledonen-artigen Erhebungen oder Inseln an der Schleimhaut-Oberfläche des Fruchthälters im Bereiche des Körpers und Fundus — und vornehmlich auch unter einer auffälligen Wucherung primärer und secundärer papillenartiger Fortsätze an der Oberfläche dieser Inseln. Die Cotyledonen-Bildung so wie die papilläre Wucherung ist beschränkt auf die Wände des Fruchthälters; am Rande bleibt die Oberfläche glatt und zeigt deshalb am deutlichsten die erweiterten Orificia der Fruchthälter-Drüsen. Die beiden cotyledonenartig modellirten Wände der Decidua vera treten mittelst einer gleichschenkelig dreieckigen, sehr stark sich erhebenden Spitze gegen den Cervix uteri vor und sind durch eine mediane Spalte in zwei Hälften, resp. Inseln

geschieden. Auch in der Anordnung der übrigen Inseln verräth sich eine bilateral-symmetrische Construction. An der hinteren Wand des vorliegenden Präparates, die allein erhalten wurde, sind acht durch spaltartige Furchen von einander getrennte mehr oder weniger unregelmässig polyedrisch geformte Inseln vorhanden: 4 basilare längs dem Grunde des Uterus, 2 mittlere und 2 an der Spitze gelegene. In der rechten, mehr kreisförmig begrenzten mittleren Insel lag die Frucht im unteren Abschnitt eingeschlossen; die kuppelförmige freie Wand der Fruchtkapsel erhob sich etwa 1·5 Mm. über die Oberfläche der Insel und der ganzen Wand der Decidua vera.

6. Die Frucht war in das Parenchym der Insel wie hineingesenkt. Bei ihrer Befreiung wurden mehrere kleinere Hohl-Zotten unmittelbar aus dem Ausführungsgange der Uterindrüsen herausgezogen. Die Fruchtkapsel (Decidua reflexa) besitzt also auch an ihrer Höhlenfläche Uterindrüsen, obgleich vorzugsweise an der Randzone der Frucht Zotten hervorgewachsen waren; desgleichen wurde hier ein kurz cylindrisches aber cilienfreies Epithel vorgefunden, welches sich in das Epithel der Uterindrüsen fortsetzte. Die Fruchtkapsel hat nur einen ihr selbstständig zugehörigen Wandungsabschnitt; es ist dies derjenige Theil, an welchem mit dem noch sichtbaren Narbenzeichen die Abschliessung des Nestraumes erfolgt war; in ihm konnten keine Uterindrüsen nachgewiesen werden. Der übrige mit Oeffnungen der Uterindrüsen versehene Theil ist noch durch keine sichtbare Demarcationslinie von dem Parenchym der Insel abgesondert; nur an der Randzone lässt sich mit Beziehung auf die jetzige Länge der in die Uterindrüsen hineingewachsenen Zotten annähernd ein Wandungsabschnitt der Kapsel von dem Parenchym absondern. Der Hohlraum des Nestes richtet sich genau nach der Gestalt der eingeschlossenen Frucht, und mit Beziehung auf die letztere kann daher eine „basilare“ oder „Grundwand“, eine „Randzone“ und die „freie“ Abschliessungswand mit der Narbe unterschieden werden. Obgleich an der basilaren Wand sich Uterindrüsen öffnen, so sind hier im Bereiche des Coste'schen Embryonalfleckes keine Zotten in dieselbe hineingewachsen.

7. Die allgemein verbreitete Ansicht, dass die Fruchtkapsel (Decidua reflexa) durch einen um die ruhende Frucht auf der Decidua vera sich erhebenden circulären Wall gebildet werde, ist nach den anatomischen Verhältnissen vorliegender Fruchtkapsel unhaltbar. Die Fruchtkapsel kann nur so entstehen, dass die Decidua vera an der Lagerungsstelle der, wie es scheint, regelmässig auf einer Insel sich feststellenden Frucht nicht in gleichem Grade wie im ganzen übrigen Bereiche, — und auch in der Umgebung der Frucht an der Insel selbst — fortwuchert. In Folge dessen bildet sich an der Decidua vera dieser Insel eine die Frucht aufnehmende und sie umfassende napfförmige Vertiefung, in welcher die basilare Wand und die Randzone der Kapsel gegeben ist. Es ist höchst wahrscheinlich, dass schon in diesem Zustande der Fruchtkapsel die Zottenbildung an der Frucht beginnt. Durch allseitige Wucherung des freien Randes der napfförmigen Grube auf die freie Wand der Frucht hinauf, wird dann die Abschliessung des Nestes an der Narbe vollzogen, und somit die freie Wand der Fruchtkapsel gebildet.

8. Die beschriebene menschliche Frucht befindet sich in demjenigen Entwickelungszustande des befruchteten Eies, welchen von Bär bei Säugethieren den „sackförmigen Keim“, Th. Bischoff „Keimblase“, die französischen Embryologen (Coste, Milne-Edwards u. A.) „Membrane blastodermique“, ich selbst in den Beiträgen zur Entwickelungsgeschichte des Meerschweinchens „bläschenförmigen Embryo-“ oder kurz „Embryobläschen“ genannt haben. Da es nicht gut zu umgehen ist, das Wort „Embryo“ in herkömmlicher Weise für den später am Embryonalfleck sich entwickelnden Bestandtheil der Frucht zu verwenden, so habe ich für den vorliegenden Bildungszustand der Säugethiere die Bezeichnungen „bläschenförmiger Fruchtzustand“ oder „bläschenförmige Frucht“ in Vorschlag gebracht.

9. An den bläschenförmigen Früchten der Säugethiere sind beständige und unbeständige Bestandtheile zu unterscheiden. Zu den beständigen gehören; die die Wandung des Bläschens bildende epitheliale Membran, — die von mir sogenannte

Umhüllungshaut (Embryolemma); der Embryonalfleck (Tâche embryonaire Coste), welcher in schichtförmiger Ausbreitung an der Umhüllungshaut den Rest der Bildungsdotterzellen enthält; und der anfangs wasserreiche, später gallertige, an Casein reiche Inhalt, welcher mit dem ersten Auftreten der Umhüllungshaut sich einstellt und mit der Vergrösserung des Bläschens an Menge zunimmt. Zu den unbeständigen Bestandtheilen sind zu rechnen: Die Zona pellucida und (bei Kaninchen) Zellen des Discus proligerus, welche beide das aus dem Eierstock austretende Eichen mit sich führt; ferner eine Eiweissschicht, die wenigstens bei Kaninchen auf die Zona pellucida während des Aufenthalts der Frucht im Eileiter abgesetzt wird.

10. Der bläschenförmige Fruchtzustand schliesst sich unmittelbar an die Furchungsperiode an, und ihm folgt diejenige Bildungsperiode der Säugethierfrucht, in welcher am Embryonalfleck der bei der Geburt frei werdende Embryo sich entwickelt, und die ich die „embryonale" nennen werde.

11. Die Zeitdauer des bläschenförmigen Fruchtzustandes beträgt beim Kaninchen 4 Tage, beim Meerschweinchen etwa $3^1/_2$ Tage; sie kann beim Menschen auf 10—12 Tage, bei Katzen auf 7 Tage, bei Hunden auf etwa 11 Tage, beim Fuchs nach den Angaben Th. Bischoff's über das erste Erscheinen des Embryo's auf 14 Tage, bei Wiederkäuern und Pachydermen auf etwa 10—12 Tage, beim Reh auf mindestens 2 Monate berechnet werden. Im ersten in der Regel längeren Abschnitt dieser Zeitdauer befindet sich das Fruchtbläschen frei beweglich im Fruchthälter; etwa 48 oder 36 Stunden (Kaninchen) vor Beginn der embryonalen Periode wird es festgestellt und fixirt. Das Fruchtbläschen des Menschen, der Affen, vor Allem des Meerschweinchens und der verwandten Nager (Mäuse, Ratten) wird schon frühzeitiger durch die hier allein vorkommende vollständige Fruchtkapsel (Decidua reflexa completa) fixirt. In allen Fällen aber schwindet bei der Fixation des Fruchtbläschens die Zona pellucida, und die Umhüllungshaut tritt in unmittelbaren Contact mit der Wandung des Fruchthälters.

12. Während dieses Zeitraums wächst die bläschenförmige Frucht, vornehmlich durch die sie vertretende Umhüllungshaut, unter Aufnahme von Stoffen anfangs aus dem Secrete des Fruchthälters (Uterinmilch), später nach der Fixation auch durch mehr directen Verkehr mit dem Blute des Fruchthälters bei gleichzeitiger Vermehrung des Inhaltes, und verändert ihre Form in verschiedenen Ordnungen und selbst bei kleineren systematischen Abtheilungen der Säugethiere; der Rest der Bildungsdotterzellen am Embryonalfleck bleibt im Wesentlichen unverändert. Das Wachsthum erfolgt beim Kaninchen stetig, und das Bläschen erreicht hier einen Längsdurchmesser von 6 Mm.; dasselbe findet bei Hunden und Katzen statt. Bei Dickhäutern und Wiederkäuern, auch beim Reh wächst die Frucht im frei beweglichen Zustande nur langsam, dagegen nach der Feststellung im verstärkten Grade und erreicht einen Längsdurchmesser von etwa 1'' 10''' P. L. (Gurlt). Die Veränderung in der Form des anfangs überall runden Bläschens findet um die Zeit der Fixation und hauptsächlich im festgestellten Zustande der Frucht Statt. Beim Menschen (und bei Affen?) nimmt die bläschenförmige Frucht eine linsenförmige Gestalt mit abgerundetem Rande an, bei Fledermäusen eine eiförmige, bei den Fleischfressern eine citronenförmige, bei Nagethieren eine ellipsoidische, bei den Hufthieren und Cetaceen eine langgezogene cylindrische mit abgerundeten Enden, bei den frühgebärenden Marsupialia eine ellipsoidische; bei den Monotremata, bei welchen die Fixation, wie es scheint, ausfällt, bleibt sie rund. Der Embryonalfleck liegt beim Menschen (und Affen?) in der Polarzone und ist in der Regel gegen die Rückwand des Fruchthälters gerichtet. Bei den übrigen Säugethieren hat der Embryonalfleck in der Aequatorialzone seine Lage und zwar an einer Stelle, die dem Gekrösrande des Fruchthälters zugewendet ist.

13. Die bläschenförmige Frucht, insbesondere die Umhüllungshaut verändert nicht nur ihre allgemeine äussere Form, sie entwickelt auch nach dem Hinschwinden der Zona pellucida cylindrische in die Ausführungsgänge der Uterindrüsen eindringende Hohlzotten, durch welche die Fixation der Frucht

bewerkstelligt und das Berührungsgebiet mit dem Uterus für ihre Ernährung erweitert wird. Beim Menschen beginnt die Verästelung der Zotten schon vor der Entwickelung des Embryo's. Zottenlos bleiben die Abschnitte des Bläschens, welche nicht mit der Wand des Uterus und ihrer Drüsen in Berührung stehen; es fehlen aber die Zotten regelmässig in der Region des Embryonalfleckes, obgleich ein Contact mit Oeffnungen der Uterindrüsen Statt hat.

14. Während der embryonalen Bildungsperiode zeigt die bläschenförmige Frucht folgendes thatsächliche Verhalten. — Unter dem Schutz der Umhüllungshaut sondert sich der Rest des Bildungsdotters am Embryonalfleck in die drei blattartigen Anlagen (sog. Keimblätter) für den eigentlichen Embryo: in die Anlagen des Gehirns und Rückenmarks; in die Anlage des Epithels des Darmkanals (Remak's trophisches Blatt); und zwischen beiden in die Anlage des Stratum intermedium (Remak's motorisches Blatt), aus welchem alle übrigen Organe des Wirbelthierkörpers mit und ohne Betheiligung der beiden anderen Anlagen und auch der Umhüllungshaut hervorgehen. Eine substantielle Betheiligung der Umhüllungshaut an der Anlage des Gehirns und Rückenmarks findet nicht Statt. Das Remak'sche „sensorielle Hornblatt“ existirt unter den drei blattartigen Anlagen des Embryo's nicht, wird aber leider mit seltener Hartnäckigkeit immer von Neuem aufgetischt. Die Frucht wird in diesem ersten Stadium der embryonalen Bildungsperiode in ihrem Wachsthum und in dem Verkehr mit dem Fruchthälter durch die Umhüllungshaut vertreten. — Bei der weiteren Ausbildung des eigentlichen Embryo's sind in dem Verhalten der Umhüllungshaut der centrale, am Fruchthofe gelegene Bezirk und der excentrisch sich ausbreitende, peripherische zu unterscheiden. Der letztere wird nach der Bildung des Amnios zur serösen Hülle v. Bär's, Exochorion, unter deren Schutz und Stütze der Embryo mit seinen accessorischen Brutorganen — dem gefässreichen Theile des Stratum intermedium in der Area vasculosa, Amnios, Allantois — sich weiter entwickelt. In dem Maasse, als der Embryo durch seine accessorischen Brutorgane eigene Hüllen auch für den Verkehr

mit den Fruchthälterwänden ausbildet, in gleichem Grade verliert die seröse Hülle an Bedeutung, leistet vornehmlich als Deckepithel ihre Dienste und wird schliesslich bei der Geburt mit den accessorischen Brutorganen abgestossen. Der centrale Bezirk der Umhüllungshaut betheiligt sich an der Entwickelung des Embryo's. Ein Theil desselben wird bei der Bildung des Rückens durch die Rückenplatten von der Gehirn — und Rückenmarksröhre eingeschlossen und stellt hier wenigstens am Anfange das Epithel an der Höhlenfläche dieser Röhre dar. Der übrige Theil überzieht die Anlage des Derma wie die Epidermis, bildet sich höchst wahrscheinlich zur letzteren aus und ist mit dem Derma auch an der Ausbildung der höheren Sinnesapparate betheiligt, wobei jedoch alle durch Aufstellung des sensoriellen Hornblattes (Remak) aufgekommenen Hintergedanken wegbleiben müssen.

15. Die Sonderstellung der Umhüllungshaut, gegenüber den zum eigentlichen Embryo sich entwickelnden drei Anlagen, giebt sich auch darin zu erkennen, dass sie als formirtes Bläschen nicht allein keinen bilateralen Bau besitzt, wie das aus den drei Anlagen sich entwickelnde Geschöpf, sondern, dass sie auch an den bilateralen Keimspaltungen und vollständigen Doppelmissbildungen des Embryo's als Ganzes keinen Antheil nimmt; die Zwillingsembryonen sind stets von ein und derselben serösen Hülle gemeinschaftlich eingeschlossen.

16. Nach dem thatsächlichen Verhalten der bläschenförmigen Frucht und ihrer Umhüllungshaut während und vor der embryonalen Bildungsperiode unterliegt es keinem Zweifel, dass sie als eine selbstständige Bildungsphase in der Entwickelungsgeschichte der Säugethiere und des Menschen — als eine in den ersten Verkehr mit der Aussenwelt eintretende Larvenform derselben — zu betrachten ist. Hieran schliesst sich die Frage, wie die genetische Beziehung des Larvenzustandes zu den Fruchtzuständen in der embryonalen Bildungsperiode zu erklären sei. Nach vergleichend-embryologischen Erfahrungen würde man die Aufmerksamkeit auf die Larven-Metamorphose und auf den ungeschlechtlichen Knospenzeugungsprocess im Sinne des sogenannten Generationswechsels zu richten haben.

Aus der Analyse der gegebenen Thatsachen geht hervor, dass sich nicht die charakteristischen Erscheinungen und Gesetzlichkeiten einer Larven-Metamorphose, wohl aber — und zwar in aller Strenge — diejenigen eines eingeschachtelten Knospenzeugungsprocesses vorfinden. In dieser Auffassung ist die bläschenförmige Frucht, vornehmlich das Umhüllungshaut-Bläschen, eine Stammlarve; der am Embryonalfleck ausgebreitete Rest der Bildungsdotterzellen stellt ihren Germinations- oder Vegetationspunkt, der Embryo die Knospe dar. Die Betheiligung der Umhüllungshaut an der Entwickelung der Knospe des Embryo's ist zurückzuführen auf den Antheil, welchen bei einer jeden Knospenbildung der Stamm an der sich entwickelnden Knospe nimmt. — Die übrigen Wirbelthiere unterscheiden sich von den Säugethieren vornehmlich dadurch, dass der Knospenzeugungsprocess der bläschenförmigen Frucht, wie es so häufig der Fall ist, frühzeitiger, vor vollendeter Ausbildung des Stammes, also hier vor vollendeter Abschliessung der Umhüllungshaut zum Bläschen bewerkstelligt wird.

C. A. v. Wistinghausen's Endosmotische Versuche über die Betheiligung der Galle bei der Absorption der neutralen Fette.

Dargestellt

von

J. Steiner.

Seit einiger Zeit mit Versuchen über die Physiologie der Galle beschäftigt, hatte ich dringend gewünscht, die oft angeführte Arbeit von Wistinghausen[1]) im Original studiren zu können, um so mehr, als das vorhandene Referat[2]) wiederholt auf jenes verweist. Indess war mein Suchen darnach auf allen hiesigen Bibliotheken und Instituten ohne Erfolg. In dieser Verlegenheit wandte ich mich an Herrn Prof. Bidder in Dorpat, der in liebenswürdigster Weise sein einziges Exemplar mir zuzusenden die ausserordentliche Freundlichkeit hatte, wofür ich demselben meinen besten Dank sage.

Um diesem Mangel für künftig abzuhelfen, ersuchte mich Herr Prof. E. du Bois-Reymond, einen möglichst ausführ-

---

1) Experimenta quaedam endosmotica de bilis in absorptione adipum neutralium partibus. Dissert. inaug. Dorpati Livonorum 1851.

2) Schmidt's Jahrbücher. Bd. 75. S. 148.

lichen Auszug anzufertigen, ein Wunsch, dem ich in der Weise nachgekommen bin, dass daraus fast eine freie Uebersetzung geworden ist, was sich indess durch das grosse Interesse, das diese Arbeit immer geboten hat, wird rechtfertigen lassen.

I. Versuche mit thierischen Membranen.

Die Endosmose gehört sowohl wegen der grossen Anzahl von wirkenden Ursachen, als in Anbetracht der grossen Verschiedenheit der Absonderungen in den verschiedenen Drüsen zu den Erscheinungen des thierischen Lebens, welche stets für die Erklärung sehr schwierig gewesen sind. Da man bald erkannt hatte, welchen Werth das Verständniss derselben für die Verdauung, für den Stoffwechsel und für die Drüsensecretionen besitzt, so hat man sich viel mit derartigen Untersuchungen beschäftigt und würde es noch mehr thun, wenn man durch vorgedrungene Erkenntniss ihren vollen Werth zu würdigen im Stande wäre.

Von Anfang an waren die Untersuchungen besonders auf den Punkt gerichtet, den Einfluss kennen zu lernen, welchen die die beiden Flüssigkeiten trennende Membran auf den Austausch derselben ausübe; zu erfahren, in wieweit die Anziehung der betreffenden Flüssigkeiten dabei betheiligt sei. Jeder noch so geringe Fund muss mit Freuden aufgenommen werden, wenn er uns nur irgendwie dem Verständniss dieses Processes näher bringt; indess muss man doch auch vorsichtig sein, aus einer einzelnen Beobachtung einen Schluss auf einen so complicirten Vorgang ziehen zu wollen.

Um so mehr wird Vorsicht nothwendig sein, da die in die Versuche eingeführten Bedingungen nur sehr wenig den natürlichen Verhältnissen entsprechen, sodass, wenn wir auch einmal die Absorption des Chymus im Darm werden begreifen lernen, der Vorgang der Specificität der Secretionen nur wird geahnt werden können.

Der Abstand zwischen Versuch und Natur ist hier um so grösser, da Resultate, die an todten Membranen gewonnen

werden, auf den Vorgang im lebendigen Organismus übertragen werden sollen.

Wenn indess die Resultate von Versuchen am lebenden Thiere mit den Resultaten unserer Versuche übereinstimmen, so wird man die Uebertragung zugeben müssen. In dieser Voraussetzung sind meine Versuche unternommen.

Es ist nicht meine Absicht, Versuche über Endosmose im Allgemeinen zu machen; meine Versuche beziehen sich nur auf die Frage, in welcher Weise die Galle die Ueberführung der neutralen Fette in die Chylusgefässe bewerkstelligt, da erstere von der Membran stärker angezogen die ihr anhängenden Oeltheilchen mechanisch mitüberführt, ohne vorher ihre chemische Constitution geändert zu haben.

Die wesentlichste Bedingung, auf die sich die ganze Lehre von der Endosmose stützt, ist die Porosität der die beiden Flüssigkeiten trennenden Membran, die man sich demnach als ein System von Haarröhrchen minimalster Ausdehnung zu denken hat. Wird ein Röhrchen in eine Flüssigkeit eingesenkt, so wird durch die Anziehung, welche zwischen der festen Wand desselben und der Flüssigkeit besteht, d. h. durch die Adhäsion, wenn sie die Cohäsion der Flüssigkeitstheilchen selbst und deren specifisches Gewicht zu überwinden vermag, die Flüssigkeit in dem Röhrchen höher, als in communicirenden Röhren gehoben.

Schon längst ist der Einfluss der verschiedenen Flüssigkeiten auf die Endosmose bekannt und führe ich hier beispielsweise den Versuch von Sömmering an, der eine getrocknete thierische Blase in Weingeist von bestimmtem spec. Gewicht brachte und fand, dass die Concentration des Weingeistes bald abgenommen hatte, da die Blase das im Weingeist enthaltene Wasser in Folge der grösseren Affinität zu demselben stärker anzieht. Dies verdunstet auf der Oberfläche und es folgt neues Wasser. Bringt man sie dagegen in Wasser, so absorbirt sie wohl auch noch Weingeist, aber doch mehr Wasser.

Die Grösse der Anziehung der Membran kann man schätzen:

1) nach der in der Zeiteinheit von der Membran absorbirten Flüssigkeitsmenge und
2) nach der Druckgrösse, die man anwenden muss, um Flüssigkeiten durch die Membran zu treiben.

Je grösser also die Anziehung ist, um so mehr wird die Membran absorbiren. So nehmen nach Liebig[1]) 100 Theile trockener Ochsenblase in derselben Zeit am meisten Wasser, nur etwa die Hälfte von gesättigter Kochsalzlösung, viel weniger Alkohol, noch weniger Knochenöl auf. Ebenso wird Wasser um so weniger absorbirt, je mehr es an Kochsalz und Alkohol in sich enthält. Aehnliche Beobachtungen theilt schon Chevreul mit, besonders die, dass mit Oel getränkte Membranen in Wasser gelegt, ihr Oel austreten lassen, wogegen soviel Wasser eintritt, wie in eine noch unbenetzte Blase. Dies kann nur aus der grösseren Anziehung der Membran zum Wasser erklärt werden, und da Oel sich mit diesem nicht mischt, so muss es austreten. Bildet eine Flüssigkeit mit der absorbirten Flüssigkeit eine neue dritte Flüssigkeit, deren Anziehung zur Membran geringer ist, so wird auch von dieser ein Theil austreten müssen.

Hierher gehört der Versuch[2]), dass eine mit Wasser gesättigte Membran, deren Oberfläche keinen Tropfen zeigt, bei Bestreuung mit Kochsalz alsbald solche sichtbar werden lässt. Ebenso verhält es sich mit Alkohol, der an eine solche Membran herantritt.

Man nimmt gewöhnlich an, dass das Schrumpfen einer organischen Membran Folge des Wasseraustritts sei; in der That fragt sich aber, ob nicht jenes vorausgegangen ist, um so mehr, als die Capillarität nicht durch Abstossung, sondern durch Anziehung wirkt. Deshalb muss man eine neue Ursache für den Austritt der Flüssigkeit annehmen und diese scheint

1) Untersuchungen über einige Ursachen der Säftebewegung im thierischen Organismus von Justus Liebig. Braunschweig 1848. Seite 8.

2) Liebig, a. a. O. S. 9.

in der Verringerung des Raumes, im Schrumpfen der Wände des Haarröhrchens zu bestehen. Wohingegen sich die Wände, von Wasser, zu dem sie grössere Affinität haben, benetzt, wieder ausdehnen, wodurch von Neuem eine grössere Menge aufgenommen werden kann

Diese Erfahrungen entsprechen vollständig denen, die man bei Anwendung von Druck, um Flüssigkeiten durch Membranen durchzutreiben, gemacht hat; kann man aus der Grösse des Druckes auf die Grösse der Affinität schliessen und was berechtigt dazu?

Denkt man sich eine Membran, die nur von einer Seite benetzt wird, so wird eine Flüssigkeit in deren Poren resp. Haarröhrchen so lange aufsteigen, bis sie je nach ihrem Absorptionsvermögen für die betreffende Flüssigkeit vollkommen erfüllt sein werden. Das Ausfliessen auf der anderen Seite hindert dieselbe Kraft, die ein Aufsteigen irgend einer Flüssigkeit von jener Seite einleiten würde, nämlich die Anziehung. Das Ausfliessen kann nur durch eine äussere Ursache veranlasst werden. Je grösser die Anziehung, um so grösser das absorbirte Volumen, um so grösser die Ausdehnung der Poren. Dadurch wird eine um so grössere Centralsäule in dem Röhrchen unabhängig von der Anziehung der Wand und kann jetzt leichter herausgepresst werden. Demgemäss lässt sich aus der Grösse des Druckes, der zur Anwendung kommt. um eine Flüssigkeit durch eine Membran zu pressen, auf ihre Anziehung zur Membran schliessen.

Ist gar keine Adhäsion vorhanden, so braucht man eine sehr bedeutende Druckgrösse, um die Flüssigkeit durchzutreiben; man denke an den grossen Luftdruck, der nöthig ist, um Quecksilber durch Holz zu pressen. So ging ferner nach unserem eigenen Versuch Quecksilber selbst bei 1051 Mm. Quecksilber nicht durch sehr dünnes Katzenperitonäum; einen höheren Druck hielt die Membran nicht aus. Oel trat durch eine gleiche Membran erst bei 46·67—58·50 Mm. Quecksilber durch.

Die Versuche wurden in folgender Weise angestellt: eine 6' lange Glasröhre wurde so gebogen, dass der eine Schenkel

kürzer war; über letzterem eine frisch getrocknete Dünndarmschleimhaut des Ochsen befestigt. Vom längeren Schenkel aus wurde die Röhre mit der betreffenden Flüssigkeit gefüllt, die Luft durch geeignete Manipulationen entfernt und Quecksilber zum Pressen angewendet, das so lange in den langen Schenkel geschüttet wurde, bis die Flüssigkeit aus dem kürzeren Schenkel durch die Membran zu treten anfing; darauf die Höhe der Quecksilbersäule gemessen.

Die ersten Versuche wurden mit Oel und Wasser angestellt; die trennende Membran war Schweinsblase; es tritt

Wasser durch trockene Membran bei 90·01 Mm. Hg.
Oel „ feuchte „ „ 185·30 „ „

Durch dasselbe Stück einer Dünndarmschleimhaut tritt

Wasser durch trockene Membran bei 9·96 Mm. Hg.
Oel sogleich darnach bei 135·0 „ „

Dieselbe Membran wird in Wasser gelegt, dadurch von Oel gereinigt und darauf getrocknet, es tritt durch

Oel bei 108·66 Mm. Hg.
Wass. durch die m. Oel getränkte Membr. b. 39·84 „ „

Durch ein anderes Stück einer Dünndarmschleimhaut tritt

Wasser durch trockene Membran bei 11·06 Mm. Hg.
Oel durch v. Wass. befeucht. Membr. b. 288·82 „ „
Oel durch trockene Membran bei 56·36 „ „
Wass. durch die m. Oel befeucht. Membr. 14·01 „ „

Man sieht also, wie schwer Wasser durch eine mit Oel getränkte Membran durchzupressen ist, wie viel schwieriger aber noch Oel durch eine mit Wasser getränkte Membran! Könnte nicht die schwere Beweglichkeit der Flüssigkeitstheilchen diese am Durchtritt hindern? Demnach müsste Alkohol leichter, als Wasser durchtreten.

Der Versuch zeigt:

Wasser tritt durch trockene Membran bei 40·95 Mm. Hg.
Alkohol „ „ „ „ „ 578·23 „ „

Ebenso bei Liebig[1]):

---

1) Liebig, a. a. O. S. 6.

Wasser durch Ochsenharnbl. b. 12 Zoll Hg. = 371·51 Mm.
Oel „ „ „ 34 „ „ = 1052·63 „
Alkohol „ „ nicht
einmal bei 48 „ „ = 1609·90 „

Ebenso durch Ochsenperitonäum
Wasser bei 8—10″ Hg. = 247·67— 309·90 Mm.
Oel „ 22—24″ „ = 681·11— 743·03 „
Alkohol „ 36—40″ „ = 1114·55—1238·39 „

Ferner hat Liebig gefunden, dass durch $^1/_{166}$‴ dünnes Schweinsperitonäum durchtrat
Wasser bei 4″ Hg. = 123·83 Mm.
Kochsalzlösung „ 8—10″ „ = 247·67—309·90 Mm.
Oel schon „ 3″ „ = 92·87 Mm.

Zu diesen 3 Versuchen war dieselbe Membran verwendet worden und dann freilich die durch einen Druck von 8—10″ = 247·67—309·90 Mm. Hg. ausgedehnte Poren für das Oel leichter permeabel. Dasselbe zeigt unser Versuch, wo
Oel bei 460 Mm. Hg.
Wasser sofort danach „ 329·10 „ „
durch eine Schweinsharnblase traten; bald darnach
Wasser durch die trockene Membran schon bei 90·01 Mm.
Oel durch die mit Wasser befeuchtete 185·30 „

Liebig sah, ebenso wie wir, dass die längere Dauer der Einwirkung des Druckes auf den Durchtritt günstig wirkte. So trat z. B. durch eine mit Wasser befeuchtete Membran
Oel bei 100 Mm. Hg. durch
Oel nach 48 St. Einwirkung schon bei 20—30 Mm.,
obgleich die Membran feucht erhalten war.

Auch andere Flüssigkeiten, die später zu Versuchen verwendet werden sollten, wurden in derselben Weise auf ihre Affinität geprüft.

Es tritt durch:

Wasser destillirt. bei 14·01 Mm.	Kalilösung 1 % 5·49 Mm.
„ „ „ 14·01 „	Mischung von 1 % Kalilösung und Eiweiss zu gleichen Theilen bei . . . . 22·56 „

Wasser destillirt. bei 12·39 Mm.	Fettfr. glyco-taurocholsaure Natronlösung 5 % bei . .	10·88 Mm.
„ „ „ 5·90 „	Mischung von 5 Th. derselben Gallenlösung und 1 Th. Eiweiss	23·91 „
„ „ „ 12·54 „	Mischung von 5 Th. derselben Gallenlösung, 1 Th. Eiweiss, 1 Th. Kalilösung 1 %	9·21 „
„ „ „ 21·39 „	Oelsaures Natr. 1 %	11·44 „
„ „ „ 8·85 „	„ „ 5 %	8·22 „
„ „ „ 8·14 „	Dieselbe Lösung .	8·11 „

Diese Zahlen entsprechen der Absorptionsgrösse einer Membran, die 24 Stunden in einer Flüssigkeit gelegen. Nach Entfernung aller Flüssigkeit von ihrer Oberfläche durch Fliesspapier enthalten

1)	0·5 Gr. d. Membr.	1·8500 Gr. ein.	Gallenlös. v.	1·0090	spec. Gew.
2)	0·5 „ „	2·8575 „ „	Kalilös. „	1·0069	„
3)	0·5 „ „	1·7820 „ „	Oels. Natr. „	1·0011	„
4)	0·5 „ „	1·0120 „ „	Dest. Wass. „	— —	„

Auf Volumina berechnet, ergiebt

1) 1·83 Vol.
2) 2·83 „
3) 1·78 „
4) 1·01 „

Demnach entspricht die Druckgrösse der absorbirten Menge und sind diese beiden Vorgänge von der Anziehung der Membran zu der Flüssigkeit abhängig; unabhängig dagegen von der physikalischen Cohäsion. Unter der Anziehung ist hier zu verstehen die chemische Affinität, indem wir glauben, dass immer da, wo eine organische Substanz und eine Flüssigkeit in Contact treten, daraus eine chemische Verbindung resultirt

in der Weise, dass die besagte chemische Affinität eine Anziehung ausübt, je nach der Natur der Membran und der Flüssigkeit. Die Grösse der Affinität des Wassers zu thierischen Membranen zeigt Ludwig[1]), dem zufolge eine gut getrocknete Thierblase unter der Luftpumpe sogar der englischen Schwefelsäure Wasser entzieht.

Diese Affinität tritt ebenso bei allen wässrigen Lösungen ein, deren Durchtritt immer erleichtert wird, wenn sie eine Substanz mit grösserer Affinität zur Membran in Lösung haben. So trat Kalilösung schon bei 5·49 Mm. Hg. Druck durch, Wasser erst bei 14·01 Mm.; Zusatz von Eiweiss erschwert den Durchtritt.

Die Affinität der Galle zur Membran mag vielleicht darauf beruhen, dass die gallensaure Natronlösung einen Theil ihres Natron's an das Eiweiss der Membran abgiebt und so saures gallensaures Natron und Natronalbuminat gebildet wird, eine Lösung, deren Durchtritt wegen der Beimischung von Eiweiss erschwert wird. Doch wird die Leichtigkeit des Durchtritts nach Zusatz von Kali nicht nur wieder hergestellt, sondern sogar noch erhöht. Ebenso mag es sich mit dem ölsauren Natron verhalten.

Indess lässt sich diese Theorie durch den Versuch nicht erhärten, da die durchgetretenen Mengen zu gering waren, um einer quantitativen Analyse unterworfen werden zu können. Was den Durchtritt der Seife im Vergleich zu Wasser betrifft, so trat in einem Versuch Seifenlösung doppelt so leicht durch, als Wasser; in einem anderen Versuch war die Druckgrösse für beide fast dieselbe. Ferner trat z. B. ein ander Mal destillirtes Wasser bei 11·80 Mm. Hg., Seifenlösung dagegen erst bei 20·74 Mm. durch. Ueberhaupt zeigte sich in den nächsten Versuchen eine grosse Inconstanz, sowohl in Bezug auf die anzuwendende Druckgrösse, als bezüglich der absorbirten Menge, eine Thatsache übrigens, die auch schon anderweitig gewürdigt

1) Zeitschrift für rationelle Medicin herausgegeben von Henle und Pfeufer. Bd. VIII. Ueber die endosmotischen Aequivalente und die endosmotische Theorie von Ludwig. S. 16.

worden ist.[1]) Den Grund für diese Erscheinung zu eruiren, ist bis jetzt noch nicht möglich gewesen.[2])

Oel hatten wir erst bei sehr hohem Drucke durchtreten sehen, eine Schwierigkeit, welche noch vergrössert wird, wenn die Membran selbst mit einer Flüssigkeit, die zu ihr grössere Affinität besitzt, getränkt ist. Wenn dagegen die Poren der Membran eine Flüssigkeit enthalten, die mit dem Oel eine chemische Verbindung eingeht, deren Affinität zur Membran grösser ist; oder aber ohne Aenderung der chemischen Constitution des Oeles dasselbe in fein vertheiltem Zustande durch seine eigene Affinität zu demselben hindurch führen könnte, so müsste man einen leichteren Durchtritt des Oeles erwarten. Um dies experimentell zu prüfen, wurde auf den kürzeren Schenkel jener Röhrenvorrichtung durch einen Kork eine weitere Röhre aufgesetzt, in welche die besagte Flüssigkeit gegossen wurde, während das Oel sich in der U förmigen Röhre befand; beide von einander durch ein Stück Dünndarmschleimhaut getrennt, ihre epitheliale Fläche dem Oel zugewendet, nachdem sie vorher eine Zeit lang in der betreffenden Flüssigkeit gelegen und davon eine Quantität aufgenommen hatte. Die Membran sei ferner möglichst frei von Blutgefässen, Nerven und Drüsen. Die Versuche werden bei etwa 18° C. angestellt, die Luft vorher aus dem langen Schenkel entfernt und der Durchtritt des Oeles mit dem Mikroskop constatirt.

Nimmt man zu den Versuch eine Flüssigkeit, die sich mit Oel nicht mischt, also z. B. Wasser, so kann ersteres nur bei sehr hohem Drnck durchtreten. Demnach

1) bei 0·47 Mm. Hg Druck nach 18 St, war kein Oeltropfen durchgetreten.

---

1) Archiv für physiologische Heilkunde unter Mitwirkung von Roser uud Wunderlich herausgegeben von Griesinger. 1847 Bd. 45. Physik des organischen Stoffwechsels von K. Vierordt. S. 678.

2) Zeitschrift für rationelle Medicin herausgegeben von Henle und Pfeufer. Bd. 7. 1849. Experimentaluntersuchungen über Endosmose von Ph. Jolly. S. 117.

bei 3·37 Mm. Hg. Druck nach 6 St. war kein Oeltropfen durchgetreten.
„ 22·97 „ „ „ „ 6 St. war etwas Oel durchgetreten.

2) bei 0·60 Mm. Hg. Druck nach 18 St. war nichts durchgetreten.
„ 6·75 „ „ „ „ 6 St. war nichts durchgetreten.
„ 15·54 „ „ „ „ 18 St. war nichts durchgetreten.
„ 32·44 „ „ „ „ 6 St. war ein wenig durchgetreten.

In beiden Versuchen hatte die trennende Membran nur in Wasser gelegen und wurde feucht erhalten.

3) die aufgesetzte Röhre wurde mit Wasser gefüllt:
5·74 Mm. Hg. Druck nach 24St. war kein Tropf. Oel durchgetr.
15·54 „ „ „ „ 24 „ „ „ „ „ „
29·19 „ „ „ „ 6 „ „ „ „ „ „
29·19 „ „ „ „ 20 „ „ ein klein wenig „
36·35 „ „ „ „ 18 „ „ nichts durchgetreten.
37·84 „ „ „ „ 6 „ „ ein wenig „
4) 25·34 „ „ „ „ 18 „ „ Oel durchgetreten.
31·55 „ „ „ „ 18 „ „ „ „

Nehmen wir daher als mittleren Druck 32 Mm. an, welche Grösse nöthig ist, um Oel nach 18 Stunden durch eine mit Wasser getränkte Membran durchtreten zu machen.

Ein Austausch in der Weise, dass auch Wasser zu Oel treten könnte, ist selbstverständlich nicht möglich, da ein solch gegenseitiger Austausch nur zwischen zwei sich mischenden Flüssigkeiten eintritt.

Natürlich tritt Oel leichter durch gegenüber Flüssigkeiten, die sich mit demselben mischen z. 1% Kalilösung.

Beim 1. Versuch war Oel bei 1·75 Mm. Hg,
„ 2. „ „ „ „ 3·37 „ „
durchgetreten; nach 18 St. sah man mit dem Mikroskop viel verseiftes Fett, welches nach Zusatz von Salzsäure in Tropfen erschien.

Es scheint demnach das Kali verseiftes Fett überzuführen. Wendet man darauf Liebig's[1]) Erklärung an, so hätte man sich den Vorgang in folgender Weise zu denken. Die in den Poren der Membran befindliche Kalilösung zieht die Oeltropfen in diese hinein, verseift sie und tritt, da die Affinität der Seife geringer ist, als solche aus den Poren aus; nachrückendes Kali bildet mit nachrückendem Oel von Neuem Seife u. s. f. So tritt der grössere Theil der Seife in den längeren Schenkel, dessen Volumen sich in der That vergrössert hat, während der geringere Theil in das oberhalb der Membran gelegene Rohr tritt. Diese Resultate widersprechen folgendem Satze[2]): „Hat die Scheidewand bloss zu einer Flüssigkeit Attraction, so ist der Strom demgemäss auch nur einfach, vorausgesetzt, dass aber beide Flüssigkeiten mit einander mischbar sind."

In allen mit Kalilösung angestellten Versuchen schien neben verseiftem auch freies Oel durch die Membran gegangen zu sein. Aus nachfolgenden Versuchen geht hervor, dass die Seifenlösung beim Durchgang Oel mechanisch mitüberführt.

Um den Pankreas- und Darmsaft nachzuahmen, gebrauchten wir zu weiteren Versuchen Mischungen von gleichen Theilen 1% Kalilösung und Eiweiss. Der Zusatz von Eiweiss verringert, wie auch von uns gezeigt, die Affinität des Kali zur Membran sehr bedeutend.[3]) Es bildet sich hier ebenso in den Poren der Membran Seifenlösung, wodurch der Uebergang wohl etwas leichter wird, als blos gegenüber einer Mischung von Kali und Eiweiss. In 4 Versuchen ohne Druck war nur wenig Oel durchgetreten, dessen Menge sich indess auf Zusatz von Essigsäure etwas zu vergrössern schien.

Gegenüber Blutserum war Oel, freilich in geringer Menge bei 0·54 Mm. Hg. nach Verlauf von 30 Stunden diffundirt. In

1) Liebig, a. a. O. S. 41.

2) Archiv für physiologische Heilkunde herausgegeben von Roser und Wunderlich. 1846. Bd. 33. Bericht über die bisherigen die Endosmose betreffenden Uutersuchungen von K. Vierordt. S. 481.

3) Annalen der Physik und Chemie von Poggendorf. Bd. 58. Beiträge zur Lehre von der Diffusion tropfbar flüssiger Körper durch poröse Scheidewände von E. Brücke. S. 92.

2 Versuchen mit Hydrocelenflüssigkeit diffundirte Oel nach 36 Stunden bei 2·29 und 2·56 Mm., dessen Menge bei Betrachtung mit dem Mikroskop freilich gering war.

Es ist demnach nicht nöthig, dass das Oel, um überzutreten, seine chemische Constitution ändert; sondern es bedarf nur einer Flüssigkeit mit der es sich mischt und die es mechanisch durch Adhäsion überführt. Giesst man z. B. in das aufgesetzte Rohr Seifenlösung, so geht das Oel sehr leicht über; so trat sehr reichlich Oel nach 18—24 St. bei 66·57 Mm. durch, ebenso bei 14·44; 9·46; 2·56; 2·36; 1·68; 0·54; 0·06 Mm. Hg.; in 9 Versuchen sogar ohne jeden Druck. Bei Anwendung höheren Druckes vergrössert sich die Menge des durchgetretenen Oeles, obgleich häufig ohne Druck mehr durchtrat, als bei Anwendung von Druck, Unterschiede, die ohne Zweifel als von der Membran abhängig zu betrachten sind.

Im Darmkanal soll die Ueberführung des Fettes auf diese Weise durch die Galle vor sich gehen. Um vor Irrthümern sicher zu sein, wurde der zu den Versuchen anzuwendenden Galle das Fett durch Alkohol und Aether entzogen, es war eine 5 % gallensaure Natronlösung. Bei 1·35 Mm. Hg. war nach 18 Stunden sehr viel Oel durchgetreten, ein Versuch, der 8 Mal wiederholt, dasselbe Resultat gab. Wurden z. B. 5 Th. dieser Gallenlösung 1 Th. Eiweiss zugesetzt, so war weniger Oel durchgetreten. Nimmt man dagegen 4 Th. der Gallenlösung, 1 Th. 1 % Kalilösung und 1 Th. Eiweiss, so trat in 3 Versuchen ohne jeden Druck nach 18 St. viel Oel durch, welches nach Zusatz von viel Essigsäure aus seiner Verbindung mit Kali frei wurde.

Um dem Einwand zu begegnen, dass der saure Magensaft diese Fähigkeit der Galle neutralisire, wurde der Gallenlösung soviel Salzsäure zugesetzt, dass sie eben sauer reagirte; es trat jetzt noch mehr Oel durch. Auch andere Forscher haben den Diffusionsstrom bei Zusatz von Säuren lebhafter werden sehen.[1])

Zu bemerken ist noch, dass in allen mit Galle angestellten

---

1) Liebig, a. a. O. S. 53.

Versuchen im Anfange des Versuches die Flüssigkeitssäule im langen Schenkel tiefer stand, als im aufgesetzten Rohre, dass sich aber nach 18 St. diese Differenz auszugleichen pflegte; was nicht geschah, wenn der Gallenlösung Eiweiss allein oder Eiweiss und Kali beigemischt war, ein Beweis, dass in den letzten Fällen der Diffusionsstrom zum Oel geringer war.

Ein weiterer Versuch war der, dass das durch Galle fein emulgirte Oel gegen Wasser, welches im aufgesetzten Rohre sich befand, diffundiren sollte. Dazu verwende man indessen nicht zu viel Oel, weil die Emulsion unvollständig wird und sich das Oel bald auf der Oberfläche absetzt. Jetzt sieht man ohne Druck nach 18 Stunden ziemlich viel Oel durchtreten und ebenso schien der Diffusionsstrom zur Emulsion grösser zu sein, denn das im Anfang des Versuches tiefere Niveau im langen Schenkel war nach Beendigung des Versuches mit jenem im aufgesetzten Schenkel gleich hoch. Um die natürlichen Verhältnisse möglichst nachzuahmen — der aus mancherlei Flüssigkeiten zusammengesetzte Chymus ist weniger concentrirt, als die Blutflüssigkeit — wurde in den aufgesetzten Schenkel vollkommen fettfreies Blutserum gebracht; nach 18 St. war viel Oel durchgetreten, ohne dass sich aber die Höhen in den beiden Röhren irgend wie sichtbar geändert hätten.

Die höhere Temperatur der Gallenlösung scheint den Durchtritt zu erleichtern nach dem Vorgange von Dutrochet[1]), dessen Diffusionsstrom bei höherer Temperatur lebhafter wurde. Deshalb folgende Versuche:

1) Im langen Schenkel befindet sich Oel, im aufgesetzten Rohr 5% Gallenlösung von 37—40° C.
2) Dieselbe Anordnung bei 19° C.
3) Im langen Schenkel befindet sich eine mit 5% Gallenlösung gemachte Oelemulsion, im aufgesetzten Rohre Wasser von 37—40° C.
4) Dieselbe Anordnung bei 19° C.

Der Apparat befand sich bei Versuch 1 und 3 in einem

---

1) Vierordt a. a. O. 1846, S. 504. Jolly a. a. O. S. 102.

warmen Wasserbade, dessen Temperatur gleichmässig erhalten wurde; die Versuche dauerten 4 Stunden.

Durch geeignete Behandlung und Berechnung ergeben sich folgende Resultate:

Im 1. Versuch	waren	übergetreten	0·2870	Gr.	Oel.
„ 2. „	„	„	0·1341	„	„
„ 3. „	„	„	0·0107	„	„
„ 4. „	„	„	0·0076	„	„

In den bei höherer Temperatur angestellten Versuchen glichen sich schon nach 2 St. die ungleichen Flüssigkeitshöhen aus; in den beiden anderen Versuchen selbst nach 4 St. nicht, Beweis genug, dass die höhere Temperatur den Diffusionsstrom beschleunigt.

Die Integrität der Membran wurde mit dem Mikroskop constatirt; die Versuche auch mit Darmschleimhaut, deren Epithel erhalten war, stets mit demselben Erfolge wiederholt.

Indess kann allen diesen Versuchsresultaten das entgegengehalten werden, dass im Darm die Fettabsorption in ungleich kürzerer Zeit vor sich gehe; dagegen kann ich versichern, dass schon nach $^1/_4$ St. in den Versuchen das Oel überzutreten begann. Ferner fehlt den Versuchen, gegenüber dem Vorgange im Darm, ein wesentlicher Factor, nämlich die Bewegung, deren Einfluss auf die Förderung des Diffusionsstromes frühere Untersucher[1]) gezeigt haben. Dieser Factor wurde, soviel mir bekannt, nur in einem Versuche von Kürschner[2]) berücksichtigt, welcher nach Injection ven Kaliumeisencyanür in die Darmwand und salzsaurer Eisenlösung in dessen Lichtung bald darnach eine gefärbte Flüssigkeit hat aus demselben abfliessen sehen. Dieses Resultat zeigt nach Valentin indess nur, dass Kaliumeisencyanür zu salzsaurem Eisen leichter übertritt, als umgekehrt; indess fordert dieser Versuch, der auf richtiger Voraussetzung basirt, zu erneuter fleissiger Untersuchung auf.

Valentin[3]) suchte die Absorption der neutralen Fette

1) Liebig, a. a. O. S. 18. Jolly a. a. O. S. 119.

2) Vierordt, a. a. O. 1846, S. 503 und 504.

3) Lehrbuch der Physiologie des Menschen von Dr. G. Valentin. Braunschweig 1844. §. 281 Nota.

aus der Diffusion zu erklären und stellte folgende Versuche an: (Die trennende Membran war Schleimhaut von menschlichem Darm):

1. Eine Emulsion aus Oel mit Dünndarminhalt bereitet soll gegen dest. Wasser diffundiren; es war kein Oel durchgetreten. Die Untersuchung mit dem Mikroskop ist nicht angegeben, ich will sie aber annehmen; vielleicht ist dieses negative Resultat aus den früher erwähnten Hindernissen abzuleiten, deren Vorkommen nicht gestattet, aus einem Versuche einen Schluss zu ziehen.

2. Dieselbe Emulsion diffundirt gegen kohlensaures Kali: der Erfolg würde gegenüber reinem Kali entschieden günstiger gewesen sein.

3. Eine Emulsion aus 5 Th. Eiweiss und 1 Th. Oel diffundirt gegen dest. Wasser. Wenn auch nach Dutrochet der Diffusionsstrom zwischen Wasser und Eiweisslösung gut sein soll, so wissen wir, dass Eiweiss, zu Flüssigkeiten hinzugefügt, welche den Durchtritt des Oeles fördern sollen, wie z. B. Kali- und Gallenlösung, dessen Durchtritt erschwert, um soweniger wird man gegenüber dest. Wasser damit erzielen.

4. Eine Emulsion aus Milch und Oel soll gegen reine Milch diffundiren. Kann denn überhaupt zwischen zwei gleichen Flüssigkeiten eine Diffusion stattfinden? Der Zusatz von Oel kann ja daran nichts ändern. Dasselbe ist über den folgenden Versuch zu sagen, wo

5. eine Emulsion von Oel und Eiweiss gegen Eiweiss diffundiren soll.

Auch Lenz[1]) hat solche Versuche gemacht und schliesst, dass aus den bisher bekannten Gesetzen über Diffusion der Durchtritt von Oel in die Chylusgefässe nicht zu erklären wäre. Seine Membranen sind Katzendünndarm, Katzenmesenterium, der seröse Ueberzug einer Ochsenniere. Die Versuche sind folgende (seine Resultate waren negativ!):

---

1) De adipis concoctione et absorptione. Scripsit E. Lenz Dorpat. Livonor, 1850. pag. 43.

1. Oel diffundirt gegen dest. Wasser: es entsteht gar kein Diffusionsstrom.

2. Oel gegen Blutserum: da habe ich Oel durchtreten sehen.

3. Oel gegen künstliches Serum, eine Nachahmung von Salzlösungen: ist dieses Serum dem natürlichen gleichwerthig? auch wurde keine Säure zugesetzt, um etwa verseiftes Fett nachzuweisen.

4. Künstliches Serum gegen Mandelemulsion.

5. Künstliches Serum gegen eine Emulsion von Oel, Galle und Gummi arabicum. Letzteres mag vielleicht, ähnlich dem Eiweiss, den Durchtritt erschweren; auch ist nicht untersucht, ob nicht Oel, durch das künstliche Serum verseift, durchgetreten ist.

Nach unseren Versuchen tritt Oel bei Anwesenheit von gewissen Flüssigkeiten leicht durch; diese Versuche zeigen, dass es gegenüber diesen Flüssigkeiten eben nicht durchtritt. Uebrigens kann ich bezüglich der letzten 5 Versuche bemerken, dass die mikroskopische Untersuchung nicht gemacht war.

Endlich sollte noch untersucht werden, ob das im Körper abgelagerte Fett, wenn es wieder verbraucht werden sollte, in verseiftem Zustande in die Circulation aufgenommen würde.

Es wurden folgende Versuche angestellt:

In die erste Flasche wurden geschüttet:

15 Cctr. menschliches Blutserum.
15 „ 1% Kalilösung.
7·5 „ Oel.

In die zweite Flasche

30 Cctr. Hydroceleflüssigkeit.
7·5 „ Oel.

In die dritte Flasche

30 Cctr. Blutserum.
7·5 „ Oel.

Die Mischungen werden vielfach geschüttelt und 48 Stunden lang bei Körpertemperatur digerirt; darauf werden die Flaschen gefüllt und stehen gelassen, sodass das im Halse der Flaschen gesammelte Oel mit einer kleinen Pipette bequem entfernt

werden kann. Der Rest wird durch ein nasses Filter filtrirt, um noch etwaiges freies Fett zurückzuhalten; das Filtrat der 3 Versuche, in dem mit dem Mikroskop kein Oel nachgewiesen werden konnte, verdampft; der schmutzige Rückstand wird mit 95% Alkohol extrahirt, filtrirt und wieder verdampft; unter dem Mikroskop betrachtet kein freies Oel vorhanden. Bei Zusatz von Salzsäure sieht man schon mit unbewaffnetem Auge Oeltropfen. Sehr wichtig ist der Versuch mit reinem Blutserum. Bei diesem wurde der eben besagte Rückstand mit Salzsäure gesättigt und die Flüssigkeit wieder verdampft. Das mit Aether gelöste freie Oel wurde in eine vorher gewogene Flasche gegossen, der Aether verdunstet, 0·070 Gr. verseiftes Fett darin gefunden. Die Menge des benutzten Oeles betrug 7·5 Cctr.; nach Berechnung seines specifischen Gewichtes beträgt dessen absolutes Gewicht 6870 Milligramme, sodass also etwa 1% des Oeles durch das Blutserum verseift wurde. Mit den Nahrungsmitteln wird doch eine grosse Menge Fett aufgenommen, wovon indess nur ein geringer Theil, so lange er sich in den Gefässen befindet, in Seife umgebildet werden kann. Vielleicht wird durch diese im Blutserum gelöste Seife der Austritt des freien Oeles aus den Gefässen bewerkstelligt, da wir doch wissen, dass Seifenlösung den Durchtritt des Oeles durch Membranen fördert.

Unsere Versuche, denen zufolge die Galle die Absorption der neutralen Fette ohne Aenderung ihrer chemischen Constitution bewirke, stimmen mit anderen Resultaten überein, die nach vollständig anderen Methoden gewonnen worden sind, sodass ich glaube, diese Thatsache ausser allen Zweifel gestellt zu haben.

Wie gross der Einfluss der Galle für die Fettverdauung ist, ist gerade auf unserer Universität wiederholt und unzweifelhaft festgestellt worden.

Zwei Wege waren es, auf denen dieser Nachweis geführt wurde: einmal durch Untersuchung der Fettmenge, welche ein gesundes und ein Gallenfistelthier verdauen können; zweitens durch Bestimmung des Fettes im Chylus beider Thiere.

So nimmt ein Kilogramm gesunder Hund in einer Stunde 0·465 Gr., dagegen ein Kilogramm Gallenfistelhund in derselben Zeit nur 0·099 Gr. Fett auf.[1]) Der Chylus im Duct. thoracicus eines Gallenfistelhundes enthielt nach denselben Untersuchern nur 1·90 Gr. freien Fettes auf je 1000 Th., der gesunde Hund dagegen in 1000 Th. 32·44 Gr. freien Fettes. Im Verein damit glaube ich endgültig bewiesen zu haben, dass die Galle den Uebertritt der Fette in die Säftemassen durch mechanische Ueberführung vermittelt, ohne ihre chemische Constitution zu verändern.

II. Versuche mit gläsernen Capillarröhren.

Dutrochet[2]) hat gemeint, dass die Höhe, welche eine Flüssigkeit in einem Haarröhrchen erreicht, in vielen Fällen der Intensität des Diffusionsstromes proportional sei, ein Satz, den er später als allgemeine Regel aufgestellt hat. Dies konnten weder Jerichau noch Poggendorff bestätigen. Auch unsere Versuche ergeben ein anderes Resultat; sie zeigen vielmehr, dass einige Flüssigkeiten, die eine Membran leichter durchdringen, als andere, wie z. B. gallensaure Natronlösung und Wasser, in einem gläsernen Röhrchen doch nicht so hoch aufsteigen, als Wasser. Ebenso umgekehrt steigt Oel, trotz seiner geringen Diffusibilität, in einem Haarröhrchen höher auf, als die viel diffusiblere Seifenlösung.

Steigt in einem Haarröhrchen eine Flüssigkeit bis zu einer gewissen Höhe, ändert sich diese Höhe nach Benetzung mit einer anderen Flüssigkeit, so ist ein neuer Factor thätig, der darin gegeben ist, dass die benetzende Flüssigkeit ihrerseits ein neues Röhrchen vorstellt, das auf die nachfolgende Flüssigkeit mehr oder weniger anziehend wirkt. Derartige Versuche können uns ein Bild geben über den physikalischen Vorgang bei der Ausbreitung von Flüssigkeiten innerhalb der Haarröhrchen der thierischen Membranen in verringertem Massstabe.

Die Anziehung von der Wand des Röhrchens und die Cohä-

1) Fr. Bidder und C. Schmidt, die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel. Mitau und Leipzig bei A. Reyher, 1851. S. 220—231.

2) Vierordt, a. a. O., 1846. S. 508.

sion der Flüssigkeitstheilchen weiter ab von dieser und in der Mitte bewirken, dass die Oberfläche der Flüssigkeit in einem Röhrchen eine Curve darstellt, deren höchster oder niederster Punkt in der Mitte liegt.

Bei den meisten Flüssigkeiten ist diese Curve concav, beim Quecksilber convex. Auch ein einzelner Tropfen in einem gläsernen Haarröhrchen bildet zu beiden Seiten Concavitäten, deren eine convex wird, wenn unter ihr irgend eine Flüssigkeit mit concavem Meniscus aufsteigt.

Um die Höhe der Säule und die des Meniscus zu bestimmen, diente folgende Vorrichtung: Ein Mikroskop mit etwa 90facher Vergrösserung, dessen Brennpunkt ziemlich weit absteht, ist horizontal so aufgestellt, dass es bald nach oben oder unten gerichtet werden kann. Zwischen die Ocular- und die Objectivlinse war ein Mikrometer eingeschaltet, dessen Theilstriche $^1/_{90}$ Mm. von einander abstanden. Das Haarröhrchen in der betreffenden Versuchsflüssigkeit ist in geeigneter Weise befestigt und steht im Brennpunkt des Objectivs. Der innere Durchmesser des Röhrchens beträgt 0·825 Mm. Die Anzahl der Mikrometerstriche, welche zwischen grösster Höhe und Tiefe des Meniscus liegen, durch 90 dividirt, giebt die Höhe des Meniscus in Millimetern an. Die Höhe der gehobenen Flüssigkeitssäule wurde mit einem Cirkel gemessen und der Abstand seiner Schenkel auf ein in Mm. getheiltes Lineal aufgetragen. Ferner wurde vor dem Versuch

1) jedes Haarröhrchen mit der Flüssigkeit befeuchtet, deren Steighöhe bestimmt werden sollte;
2) mit der Flüssigkeit, nach welcher eine andere aufsteigen sollte.

I. Tabelle.

	Steighöhe in Mm.	Höhe des Meniscus in Mm.	Temperatur nach C.
Destillirtes Wasser	25	0·533	17°
Kalilösung 0·1%	25	0·533	„
„ 1%	25	0·533	„

	Steighöhe in Mm.	Höhe des Meniscus in Mm.	Temperatur nach C.
Lösung von gleichen Theilen Eiweiss und 1 % Kalilösung	20	0·533	17°
Gallensaure Natronlösung 5 %	14	0·488	„
1 Th. Eiweiss gemischt mit 5 Th. Gallenlösung von 5 %	16	0·488	„
4 Th. 5 % Gallenlösung, 1 Th. Eiweiss und 1 Th. 1 % Kalilösung	16	0·522	„
Oelsaures Natron 1 %	11	0·488	„
Alkohol 95 %	11	0·500	„
Alkoholfreier Aether	8	0·533	„
Weisses Steinöl	11	0·488	„
Olivenöl	12	0·388	„

Die von uns angegebenen Höhen stimmen fast vollständig mit den Angaben Frankenheim's[1]) überein.

Nach demselben Forscher wird die Steighöhe im Haarröhrchen durch höhere Temperatur herabgesetzt.

Die Steighöhe von Kalilösungen werden nach Frankenheim durch stärkere Concentration herabgesetzt:

Kalilösung von 1·159 spec. Gew. steigt 12·40 Mm. hoch.
„ „ 1·274 „ „ „ 12·10 „ „
„ „ 1·405 „ „ „ 6·50 „ „

Es folgen jetzt die Versuche mit vorausgehender Benetzung durch eine andere Flüssigkeit.

Wir haben oben gesehen, dass thierische Membranen, mit gewissen Flüssigkeiten benetzt, Oel weit leichter durchtreten lassen, als andere; da, wie wir bald sehen werden, in einer Capillarröhre Oel nach Benetzung derselben mit Wasser nicht aufsteigt, doch aufsteigt nach Benetzung mit Gallenlösung, so könnte eine neue Hypothese aufgestellt werden, auf welche Weise die

1) Frankenheim, Lehre von der Cohäsion. Breslau, 1835. S. 79.

neutralen Fette ihren Durchgang durch organische Haarröhrchen zu bewerkstelligen im Stande sein könnten.

Soll irgend eine Flüssigkeit durch vorhergehende Benetzung der Capillare die Steighöhe des Oeles erhöhen, so muss jene Flüssigkeit von der Capillarröhre stärker angezogen werden, als das Oel. Wenn aber das Oel stärker angezogen wird, so tritt das ein, was wir jedesmal beobachteten, wenn Oel unter einem Tropfen Seifenlösung aufstieg. Das Oel nämlich längs der Wand von einer Seite sich ausbreitend vertrieb die Seifenlösung, die, da sich die beiden Flüssigkeiten mischen, mit Ausnahme einer geringen Menge, welche oben blieb, nach unten eilte. Ein Theil aber war oben geblieben, weil das Oel mittlerweile die ganze Lichtung der Röhre eingenommen hatte. Es ist dieser Vorgang analog dem von Brücke[1]) nur mit anderen, aber ebenso sich nicht mischenden Flüssigkeiten. So bildet sich der Vorgang aber auch nur zwischen zwei Flüssigkeiten, die sich nicht mischen; mischen sich die Flüssigkeiten, so gestaltet sich, wie wir unten sehen werden, der Process ganz anders, ein Unterschied, auf den auch Brücke[2]) schon aufmerksam macht. Jolly[3]) bezweifelt diese Art des Vorganges sogar bei sich nicht mischenden Flüssigkeiten, ein Zweifel, den Ludwig[4]) nicht theilt.

Steigt Oel unter Alkohol auf, so gestaltet sich der Vorgang wesentlich anders: der Alkohol bleibt oben; das Oel, in der Mitte ohne die Wand der Capillarröhre zu berühren, bildet eine dünne fast conische Säule von 2·5 Mm. Höhe.

Geht das Oel mit der darüber befindlichen Flüssigkeit eine chemische Verbindung ein, so ist von da ab nur eine Flüssigkeit mit concavem Meniscus vorhanden. (S. Tab. II.)

Man sieht auch aus diesen Zahlen, dass das Wasser, ebenso wie in den Poren der Membran, das Aufsteigen des Oeles beeinträchtigt; dagegen die Flüssigkeiten, welche sich mit

1) De diffusione humorum per septa mortua et viva. E. Brücke. Berlin 1842. S. 25.

2) Brücke in Poggendorff's Annalen u. s. w. Bd. LVIII. S. 85.

3) Jolly, a. a. O. S. 144.

4) Ludwig, a. a. O. S. 12.

II. Tabelle.

Die aufsteigende Flüssigkeit.	Die vorher benetzende Flüssigkeit.	Steighöhe in Mm.	Höhe des Meniscus in Mm.	Temperatur nach C.
Olivenöl	Destillirtes Wasser	1·75	0·366	17°
"	Kalilösung 1 %	11	0·488	"
"	1 Th. Eiweiss und 1 Th. 1% Kalilösung	12	—	"
"	Gallenlösung 5 %	11	0·488	"
"	5 Th. 5 % Gallenlösung mit 1 Th. Eiweiss	10·5	0·500	"
"	4 Th. 5 % Gallenlösung, 1 Th. Eiweiss und 1 Th. 1 % Kalilösung	14	0·400	"
Dest. Wasser	Olivenöl	9	—	—

dem Oel entweder chemisch oder mechanisch verbinden, seinem Aufsteigen förderlich sind. Für uns ist von grösster Wichtigkeit die Erscheinung, dass nach Benetzung der Capillarröhre mit gallensaurer Natronlösung das Oel fast 6 Mal höher aufsteigt, als nach Benetzung mit Wasser.

Das Wasser, das unter Oel aufstieg, erhob sich zuerst längs der Wände und als es so die ganze Lichtung erfüllte, stand es an der einen Wand höher und der Meniscus war vollkommen unregelmässig; bisweilen war der Meniscus convex. Also wird auch diese Flüssigkeit, die weniger angezogen wird, von der anderen mehr angezogenen verdrängt, ganz so wie in jenem Versuch, wo Oel unter Seife aufstieg. Das scheint nun nicht anders zu sein, wie jener Vorgang, wo Wasser das von der thierischen Membran absorbirte Oel aus denselben austreten macht.

Ueber die hämatogene Bildung des Gallenfarbstoffes.

Von

J. Steiner
in Berlin.

Man hatte sich seit langer Zeit gewöhnt, für die Bildungsstätte der Galle resp. des Gallenfarbstoffes zwei Orte im thierischen Organismus anzusehen und zwar galt 1) die Ansicht, welche meinte, dass die Galle in der Leber gebildet, als ein wahres Secret zu betrachten sei. Vertreten wurde diese Anschauung durch Monro[1]), Eller[2]), Werlhof, Selle[3]), Reil[4]) u. s. w. Einen materiellen Beweis konnte indess erst die neuere Zeit geben, als die chemische Analyse des Pfortaderblutes durch Lehmann[5]) keinen der wesentlichen Gallenbe-

---

1) Account of the diseases of the british military Hospitals 206.

2) De cognos. et curand. morb. pag. 221. Icterum oriri non posse nisi bilis prius a sanguine segregata ejusque circulo deinceps commista.

3) De curand. hom. morb. Ed. Sprengel 184: Secretionis bilis impedimenta icterum efficere nequeant, quum bilis secretione producatur.

4) Icterus est bilis jam in hepate secretae redundantia in sanguinem ex qualicunque excretionis impedimento.

5) Lehmann, Lehrbuch der physiologischen Chemie. 2. Aufl. Bd. I.

standtheile in demselben aufzufinden im Stande war. Doch konnte dagegen der Einwand erhoben werden, dass die betreffenden Substanzen vielleicht in so geringer Menge im Pfortaderblute enthalten seien, dass sie in der kleinen Quantität Blutes, die man von einem Thiere erhalten kann, mit unseren Reagentien nicht nachweisbar wären.

2) Sollte die Galle im Blute präformirt durch die Leber nur abgeschieden werden, also ein wahres Excret darstellen; in Analogie zu dem Harnstoff, den man im Blute nachgewiesen hatte; vertreten wurde diese Theorie durch Morgagni, Boerhave, van Swieten[1]). Diese Hypothese wurde auf experimentellem Wege durch Joh. Müller[2]), Kunde[3]) und Moleschott[4]) widerlegt, welche nach Exstirpation der Leber des Frosches in dessen Blute, der erste nach 4 Tagen, der letztere nach Wochen, keine Spur von Gallenbestandtheilen aufzufinden im Stande waren.

Wenn auch E. Leyden[5]) die Beweiskraft dieser Versuche anzweifelt, so haben sie sich doch im Uebrigen des ungegetheiltesten Beifalls und voller Anerkennung zu erfreuen gehabt.

Diese Versuche beweisen also hinreichend deutlich, dass die Gallenbildung in der Leber selbst geschehen müsse. Nach dem jeweiligen Stande dieser Frage musste sich auch die Auffassung über die Pathologie der Gelbsucht gestalten und es war offenbar die Nachwirkung dieser Versuche, dass die nächste grössere Arbeit über Gelbsucht[6]) den Standpunkt einnahm, dass möglichst alle Fälle von Gelbsucht zurückzuführen seien auf Anomalien der Ausscheidung des Lebersecrets. Indess konnte Frerichs mit dieser Quelle allein nicht auskommen

1) Comment. in H. Boerhave Aphor. III. 127: Semper autem supponit (icterus) vel impeditam secretionem a sanguine venae portarum vel impedimentum tollens liberum exitum bilis secretae in duodenum.

2) Handbuch der Physiologie. Bd. I. 4. Aufl. 1844. S. 132.

3) Dissertatio inaugural. Berol. 1850.

4) Archiv f. physiolog. Heilkunde. 11, 479—96.

5) Beiträge zur Pathologie des Icterus. Berlin 1866. S. 19.

6) Frerichs, Klinik der Leberkrankheiten. Braunschweig 1858. Bd. I. S. 80.

und glaubte einen neuen Modus der Gallenfarbstoffbildung annehmen zu können, als er mit Städeler entdeckte[1]), dass durch Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure auf farblose Galle sich Chromogene bilden, die mit Gmelin's Salpetersäure einen Farbenwechsel zeigen, der vollkommen mit Gallenpigment übereinstimmt.

Diese Entdeckungen mit der auch schon von Lehmann gemachten Beobachtung, dass im Harn Ikterischer Gallensäuren gegen Erwarten nicht aufzufinden seien[2]), führten zu der naheliegenden Annahme, dass unter gewissen Bedingungen im Organismus eine ebensolche Umbildung der Gallensäuren in Gallenfarbstoff stattfinden könnte; eine Hypothese, die durch das Experiment zur Thatsache erhoben werden konnte, als Frerichs und Städeler nach Injection von einer Drachme reiner, farbloser Ochsengalle in die Vene eines Hundes, in dem 6 Stunden nachher gelassenen Harne desselben deutlich Gallenfarbstoffreaction fanden, ohne Gallensäuren nachweisen zu können.[3])

Nach dieser neuen Thatsache fanden denn auch eine Anzahl der Ikterusformen, die für die erstere Erklärung unzugänglich waren, ihre anscheinend befriedigende Erledigung.

Indess hatte sich schon eine Reihe von Jahren vorher eine Reaction vorbereitet, die auch jetzt beim Erscheinen jener Arbeit zum Ausbruch kam. Es hatte nämlich Virchow bei seinen Untersuchungen an Foetusnieren gesehen[4]), dass kleine Blutextravasate in den Harnkanälchen Veränderungen erleiden, die sie den Gallenfarbstoffen sehr ähnlich erscheinen lassen.

Diese Beobachtung erweiterte Virchow in der bald darauf publicirten Arbeit über pathologische Pigmente[5]) mit dem Bemerken, dass er diesen Farbstoff, von ihm Hämatoidin benannt,

1) J. Müller's Archiv. 1856. S. 56—59.

2) a. o. O. S. 55.

3) a. o. O. S. 59, Anmerkung.

4) Ueber Harnsäure-Ausscheidung beim Foetus und Neugebornen. Verhandlungen der Gesellschaft für Geburtshülfe in Berlin. 1847. S. 124—170.

5) Reinhardt und Virchow's Archiv. 1847. Bd. I. S. 431.

mit dem Farbstoffe der Galle für identisch halte und nicht anstehe zu glauben, dass auch im circulirenden Blute, speciell nach einer ausgedehnten Zerstörung von Blutkörperchen, eine solche Umbildung des Blutroths in Gallenfarbstoff geschehen könne.

Virchow selbst glaubte den effectiven Beweis für die Identität des Hämatoidins mit dem Gallenfarbstoff darin zu finden, wenn es gelingen würde, aus der Galle einen dem Hämatoidin gleichen Farbstoff darzustellen. Dies gelang in der That und zwar zunächst durch Zenker und Funke[5]); Zenker fand sogar an verschiedenen Orten Hämatoidinkrystalle, wo sie nicht aus dem Blute, sondern aus stagnirender Galle entstanden sein mussten. Elf Jahre nachher stellte Valentiner[2]) aus gepulverten Gallensteinen von der Galle des Menschen und Hundes Krystalle dar, die denen des Hämatoidin gleich waren.[3])

Kurz, man war von der Identität dieser beiden Farbstoffe vollständig überzeugt, als die oben angeführten Entdeckungen von Frerichs publicirt wurden.

Es waren somit fast zu gleicher Zeit zwei neue Quellen für Entstehung des Gallenfarbstoffes gefunden und es fragte sich nur, ob sie beide oder welche von beiden den weiteren Untersuchungen würde Stand halten können. An beiden waren noch Ergänzungsarbeiten nöthig, um sie unanfechtbar und sicher zu machen.

Der ersten Theorie (Frerichs), die sich wesentlich auf die Identität des durch Schwefelsäure-Behandlung aus den

---

1) Funke, Lehrbuch der Physiologie. 3. Auflage. 1860. Bd. I. S. 246.

2) Günzburg's Zeitschrift f. klin. Med. Dec. 1858. Bd. IX.

3) Die Gründe für und gegen die Identität des Hämatoidins und Bilirubin's machen regelmässig die Einleitung für bezügliche Arbeiten aus; ich übergehe diese Discussion um so mehr, als ich nichts Neues hinzufügen kann und verweise auf die betreffenden Stellen: Funke, Lehrbuch der Physiologie, 3. Aufl., 1860, Bd. 1, S. 246 und B. Naunyn, Beiträge zur Lehre vom Icterus. Dies Archiv. 1868. S. 402.

Gallensäuren gebildeten Farbstoffes und auf die Abwesenheit der Gallensäuren im ikterischen Harn stützte, musste entgegengehalten werden

1) dass diese Identität noch nicht erwiesen sei,
2) dass die Abwesenheit der Gallensäuren im Harne nur eine relative wäre, indem die bis dahin angewandte Methode zu deren Auffindung nicht ausreiche.

Und in der That fand bald darauf Hoppe[1]) mit Hülfe einer verbesserten Methode im Harne Ikterischer Substanzen, welche durch die Pettenkofer'sche Reaction und ihr Verhalten im polarisirten Lichte als Cholalsäure angesprochen werden mussten. Dasselbe fand Kühne[2]) auch bei Hunden, denen er den Gallengang unterbunden und denen er glycocholsaures Natron in's Blut injicirt hatte; letzterer meinte sogar, dass sämmtliche in die Venen injicirte gallensaure Salze im Harn wieder erschienen.

Dagegen erhob sich mit einer noch verbesserten Methode J. Neukomm[3]), der das Auftreten von Gallensäuren im Harn zwar bestätigt, aber durchaus in Abrede stellt, dass es die gesammte injicirte Menge gewesen wäre, schon deshalb, weil solche Mengen durch die Pettenkofer'sche Reaction hätten nachweisbar sein müssen. Huppert[4]) und Bischoff[5]) konnten dies bestätigen; letzterer hat ausserdem die Neukomm'sche Methode einer Prüfung unterzogen und ihre grossen Vorzüge gegenüber allen anderen Methoden hervorgehoben. Endlich hat Hoppe[6]) die Gallensäuren aus dem Harne Ikterischer krystallinisch darzustellen vermocht.

---

1) Virch., Arch. Bd. XIII.

2) Virch., Arch. Bd. XIV. S. 332.

3) Dies Archiv. 1860. Seite 364—386.

4) Archiv der Heilkunde. 1864. S. 236—256. Ueber das Schicksal der Gallensäuren im Icterus.

5) Henle und Pfeufer's Zeitschrift. XXI. S. 125—153. Ueber den Nachweis der Gallensäuren mittelst der Pettenkofer'schen Probe und über das Vorkommen dieser Säuren im icterischen Harne.

6) Die Gallensäuren im icterischen Harne. Centralblatt f. d. med. Wissenschaften. 1863. S. 337.

Was den ersten Punkt betrifft, die Identität jenes aus den Gallensäuren dargestellten Farbstoffes mit dem Gallenfarbstoff, so hat auch Städler[1]) diese Identität zu widerrufen sich genöthigt gesehen.

Nichtsdestoweniger finde ich mit Neukomm, dass die Frage noch nicht gelöst, sondern als eine offene zu betrachten ist.

Die zweite Theorie, die Bildung des Gallenfarbstoffes aus freiem Blutroth hatte insofern eine grosse Lücke, als Versuche an Thieren darüber noch nicht angestellt waren.

Als jetzt im Jahre 1858 Frerichs' Arbeit über den besagten Gegenstand veröffentlicht worden war, war es, wie schon oben bemerkt, eine natürliche Reaction, dass die Vertreter der zweiten Theorie alle Anstrengungen machten, um derselben die bis dahin noch fehlende Stütze in Thierversuchen zu geben, um so mehr, da diese Theorie in der That fähig wäre, alle Erscheinungen in leichter und ungezwungener Weise zu erklären — bis auf die Ausnahmen! So sehen wir, wie in den nächsten zehn Jahren alle Bestrebungen dahin gerichtet sind, diesen Zweck zu erreichen; die Arbeiten W. Kühne's[2]) mit Injection von freiem Blutfarbstoff, M. Hermann's[3]) mit Wasserinjectionen, Nothnagel's[4]) mit Chloroform- und Aetherinjectionen wurden alle in diesem Zeitraume zur Stütze der Theorie veröffentlicht, deren Resultate am Ende dieser zehn Jahre (1868) von Kühne[5]) in folgenden Satz zusammengefasst werden: „Wir können durch alle Mittel, welche einen Uebertritt des Hämoglobins in das Plasma des kreisenden Blutes hervorrufen, Icterus erzeugen, wenigstens in dem Grade, dass der Harn icterisch wird, d. h. Bilirubin enthält.“ Ferner: „Es giebt viele Mittel den beabsichtigten Zweck zu erreichen:

1) Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Bd. VIII.

2) Virch., Arch. Bd. XIV. S. 338.

3) De effectu sanguinis diluti in secretionem urinae. Dissert. inaug. Berolini 1859.

4) Berliner klinische Wochenschrift. Jahrg. 1866.

5) Lehrbuch der physiolog. Chemie. Leipzig. 1868. S. 89.

Lösen der Blutkörperchen durch gallensaure Alkalien, Wasserinjection, Einspritzungen von Ammoniak u. s. w."

So war denn die Frage zu Gunsten der zweiten Theorie entschieden und nichts hinderte, ihre Consequenzen auf die Pathologie zu übertragen, was denn auch bald im reichlichsten Maasse geschehen ist.[1])

Indess hat schon vorher (1865) der eigentliche Begründer der ganzen Theorie, Virchow, erklärt, dass die vorhandenen Beweise nicht ausreichend seien, mit folgenden Worten[2]): „Allein damit ist die Frage noch nicht beantwortet, ob auch ein Icterus aus Gallenfarbstoff, der noch nicht secernirt war, entstehen könne. Freilich hat W. Kühne (d. Arch., Bd. 14, S. 332) dargethan, dass nach Einführung aller derjenigen Substanzen in das Blut, welche die Blutkörperchen auflösen, bald Blutfarbstoff, bald Gallenfarbstoff in den Harn übergeht, aber meines Wissens noch niemand dadurch einen Icterus entstehen sehen. Und doch ist gewiss ein grosser Unterschied zwischen Icterus und Cholurie."

Damit ist aber die Frage keineswegs aus der Welt geschafft und hat das Virchow auch damit nicht gemeint; sondern der Gegenstand verlangt jetzt nur eine andere, präcisere Fassung, die ich ihr denn auch gegeben zu haben glaube in der Frage nach der „hämatogenen Bildung des Gallenfarbstoffes".

Bei Gelegenheit meiner Untersuchungen über die Pathologie der Galle im Winter 1871—72, deren Resultate zu veröffentlichen ich noch nicht in der Lage bin, waren mir verschiedene Punkte aufgefallen, die mit den z. Z. herrschenden Ansichten nicht recht in Einklang zu bringen waren. Ich war deshalb entschlossen, die Frage einer erneuten Prüfung zu unterziehen. Es wird daher Aufgabe dieser Arbeit sein

1. die Versuche:

   I. Mit Wasserinjection,

---

1) E. Leyden, Beiträge zur Pathologie des Icterus. Berlin. 1866.

2) Virch., Archiv. Bd. XXXII. S. 119.

II. Mit Injection von Chloroform und Aether,
III. Mit Injection von freiem Blutroth,
IV. Mit Injection von gallensauren Alkalien

von Neuem zu wiederholen;

2. die gefundenen Resultate mit denen der angeführten Arbeiten zu vergleichen;
3. die Uebereinstimmungen und Differenzen zwischen beiden in's Licht zu stellen, mit dem Wunsche, für letztere hinreichende Erklärung finden zu können.

I. Wasserinjection.

Für die Versuche wurden Kaninchen benutzt, in der Regel die grösseren, die der Markt bot.

Die Thiere wurden während des Versuches in einem speciell zu diesem Behufe angefertigten Behälter gehalten, welcher folgende Einrichtung hatte: In die Platte eines viereckigen Tisches von 60 Cm. Länge und 80 Cm. Höhe wurde eine kreisrunde Oeffnung von 40 Cm. Durchmesser eingelassen, welche mit Zinkblech gefüttert und nach unten trichterförmig erweitert ist; darunter wurde ein Glastrichter aufgestellt, der an einem Ringe steckte, welcher durch Drähte, die von den vier Beinen des Tisches ausgingen, gehalten wurde. Den eigentlichen Behälter repräsentirte ein gewöhnliches Drahtsieb von entsprechendem Durchmesser, das doppelt hohe Wände hatte; es passte genau in die Zinkblech - Fütterung der Tischplatte. In dem Siebe selbst befanden sich zwei kleine wandständige Reservoirs für Futter und Wasser, so angebracht, dass sie dem Thiere leicht zugänglich waren. Unter den Trichter wurde selbstverständlich ein Gefäss gesetzt, in welchem der Harn des Versuchsthieres aufgefangen werden konnte. Es erscheint nothwendig, den sehr wichtigen Punkt der Gmelin'schen Gallenfarbstoffreaction von vorn herein näher zu besprechen. Nach vorher sehr zahlreichen Erfahrungen habe ich gefunden, dass der normale Harn von Kaninchen, mit Gmelin's Salpetersäure untersucht, folgende Farbenringe, von unten nach

oben gezählt, giebt: gelb, roth, violett; häufig sieht man zwischen roth und violett noch blau. Die Ringe sind gewöhnlich nicht scharf von einander gesondert, sondern gehen unmerklich in einander über. Will man die einzelnen Ringe sehr deutlich sehen, so habe ich gefunden, dass dies nach vorherigem Zusatz von nur einigen Tropfen Salzsäure und Schütteln in vorzüglichster Weise zu erreichen ist.

War Gallenfarbstoff in dem Harn, so pflegte sich violett nicht zu entwickeln, sondern nur in einer Andeutung, die bald in einen sehr deutlichen, grünen Ring überging. Nur bei solchem Vorgange in der Reaction konnte der Harn mit Hoppe-Seyler[1]) als gallenfarbstoffhaltig angesehen werden. Bei der Reaction wurde gewöhnlich so verfahren, dass ein Wenig des zu prüfenden Harnes in ein Reagensgläschen gegossen wurde, an dessen schräg gehaltener Wand die Salpetersäure in einzelnen Tropfen herunterfloss. Ohne irgend wie zu bewegen, blieb die Flüssigkeit eine Zeit lang stehen und wurde am besten beobachtet, indem das Reagensglas gegen eine weisse Wand, gewöhnlich ein Stück Fliesspapier, gehalten wurde, so dass es für den Beobachter seitlich beleuchtet war. Man beobachtet auf diese Weise sehr sicher und ohne Täuschung, während, wenn die weisse Wand hinter dem Reagensglas steht, eine Täuschung durch ein dunkeles Violett vorkommen kann.

1. Versuch, d. 3. 12. 72.

Ein grosses, schwarzweisses, männliches Kaninchen, dessen vorher untersuchter Harn keinen Gallenfarbstoff und kein Eiweiss enthält, erhält 10 h. 10 Cctr. destillirtes Wasser auf Körpertemperatur erwärmt in die linke äussere Jugularvene central injicirt. Die Procedur ist die gewöhnliche: Aufbinden des Thieres auf den Czermak'schen Halter, Freilegen der Vene, Unterbinden des peripherischen Venenstückes, Einlegen einer Messingkanüle in das centrale Venenende, Injection mit ebensolcher messingner Spritze, deren Kolben graduirt ist,

1) Physiolog. Chemie. Berlin 1870. S. 183.

sodass die Ablesung der Menge sehr bequem gemacht werden kann. Das Thier verlor nur wenig Blut, die Injection ging ohne Störung vor sich, das Thier war vollkommen ruhig; ist nach der Operation etwas deprimirt, erholt sich aber bald.

Gefüttert wurden die Thiere ausschliesslich mit weissen Rüben und deren Blättern, ein Umstand, auf den ich besonders Gewicht lege und auf welchen ich später noch zurückzukommen gedenke.

4\. 12. Kein Harn. Der Harn wurde nie abgedrückt und warne ich auch davor, da das Thier und unter Umständen auch der Versuch darunter leidet.

Das Thier hatte bis zum Morgen alles Futter aufgefüttert und befand sich vollkommen wohl.

5\. 12. 9 h. Eine beträchtliche Quantität Harns vorgefunden, von strohgelber Farbe und saurer Reaction. Mikroskopisch sind in diesem und in den meisten folgenden Versuchen im ersten Harn nach der Injection einige rothe Blutzellen zu sehen. Gallenfarbstoff ist darin nicht enthalten, ebensowenig Eiweiss.

6\. 12. 10 h. Der vorgefundene Harn ist hellgelb, von alkalischer Reaction, ohne Gallenfarbstoff und ohne Eiweiss.

2. Versuch, d. 7. 1. 73.

Ein grosses, weisses, weibliches Kaninchen, dessen vorher untersuchter Harn keinen Gallenfarbstoff und kein Eiweiss enthält, erhält in den inneren Ast[1]) der linken, äusseren Jugularvene

9 h. 50′. 10 Cctr. destillirtes Wasser auf Körpertemperatur erwärmt injicirt.

Blutverlust während der Operation sehr gering.

8\. 1. Das Futter ist aufgefüttert. Der gelassene Harn ist von gelber Farbe, alkalischer Reaction, enthält weder Gallenfarbstoff noch Eiweiss.

3. Versuch, d. 9. 1. 73.

Ein grosses, weisses, männliches Kaninchen, dessen vorher

1) Vena facialis anterior. Krause's Anatomie des Kaninchens. Leipzig 1868. S. 206.

untersuchter Harn weder Gallenfarbstoff noch Eiweiss enthält, erhält

10 h. 10 Cct. destillirtes Wasser auf Körpertemperatur erwärmt in die linke, äussere Jugularvene injicirt; Blutverlust minimal.

Etwa 5 Minuten nach der Injection, eben in den Behälter gesetzt, entleert das Thier gelben Harn von alkalischer Reaction ohne Gallenfarbstoff und ohne Eiweiss.

2 h. 15′. Futter verzehrt. Der entleerte Harn ist gelb, von alkalischer Reaction ohne Gallenfarbstoff und ohne Eiweiss.

10. 1. 8 h. Sehr grosse Menge Harns entleert, von hellgelber Farbe und alkalischer Reaction, der weder Gallenfarbstoff noch Eiweiss enthält.

4. Versuch, d. 13. 1. 73.

Ein grosses, schwarzweisses, weibliches Kaninchen, dessen vorher untersuchter Harn weder Gallenfarbstoff noch Eiweiss enthält, erhält

1 h. 15′. 10 Cctr. destillirtes Wasser auf Körpertemperatur erwärmt, in die rechte, äussere Jugularvene injicirt; mässiger Blutverlust.

6 h. 30′. Der vorgefundene Harn ist von hellgelber Farbe, alkalischer Reaction, enthält weder Gallenfarbstoff noch Eiweiss.

Das Thier befindet sich wohl und hat gefüttert.

14. 1. 9 h. 30′. Die Untersuchung des vorgefundenen Harns giebt dasselbe Resultat, wie die gestrige Untersuchung.

3 h. 45′. Der vorgefundene Harn ist von gelber Farbe, alkalischer Reaction und enthält weder Gallenfarbstoff noch Eiweiss.

5. Versuch, d. 16. 1. 73.

Ein grosses, schwarzweisses, männliches Kaninchen, dessen vorher untersuchter Harn weder Gallenfarbstoff noch Eiweiss enthält, erhält

9 h. 40′. 10 Cctr. destillirtes Wasser von Körpertemperatur in die rechte äussere Jugularvene injicirt; während der Operation findet eine mässige Blutung aus der Vene statt.

17. 1. 9 h. 30′. Das Thier ist vollständig munter und hat alles Futter aufgefüttert.

Der vorgefundene Harn ist von gelber Farbe, alkalischer Reaction und enthält weder Gallenfarbstoff noch Eiweiss.

18. 1. 12 h. 30′. Dasselbe Resultat, wie der gestrige Harn.

6. Versuch, d. 21. 1. 73.

Ein grosses, weisses, männliches Kaninchen, dessen vorher untersuchter Harn weder Gallenfarbstoff noch Eiweiss enthält, erhält

4 h. 45′. 10 Cctr. destillirtes Wasser auf Körpertemperatur erwärmt in die linke äussere Jugularvene injicirt. Es findet fast gar kein Blutverlust statt und das Thier füttert sofort nach der Operation. Bis Abend $7^3/_4$ h. kein Harn.

22. 1. 8 h. Vorm. Der vorgefundene Harn ist gelb, reagirt alkalisch und enthält weder Gallenfarbstoff noch Eiweiss.

23. 1. Der gelbe, alkalisch reagirende Harn enthält weder Gallenfarbstoff noch Eiweiss.

Das Resultat dieser 6 Versuche ist dahin zusammenzufassen, dass nach Injection von 10 Cctr. Wasser in die äussere Jugularvene weder Blut- noch Gallenfarbstoff im Harne aufgetreten ist.

Da es möglich sein kann, dass eine Injection in die Arterien eine andere Wirkung, als eine solche in die Venen hat, so wurde in den folgenden Versuchen die Injection in die Art. carot. communis gemacht.

1. Versuch, d. 6. 12. 72.

Dasselbe Thier, das die erste Veneninjection bekommen hatte, erhält 3 Tage nachher

1 h. 10 Cctr. destillirtes Wasser auf Körpertemperatur erwärmt in die rechte Art. carotis comm. injicirt. Die Operation geht fast ohne Blutverlust vor sich; während der Injection, die sehr allmählig gemacht wird, zuckt das Thier sehr heftig.

Das abgebundene Thier kann sich nicht auf den Beinen halten, sondern liegt lang ausgestreckt mit geringer Athemfrequenz; nach einer Viertelstunde etwa hat es sich soweit erholt, dass es wieder auf eigenen Füssen steht.

7. 12. Das Thier hat sich vollständig erholt, ohne aber etwas gefüttert zu haben.

9 h. 30'. Der entleerte Harn ist von gelber Farbe saurer Reaction und enthält weder Gallenfarbstoff noch Eiweiss.

8. 12. Das Thier hat bis heut noch nichts gefüttert; auch keinen Harn gelassen.

9. 12. Auch heut ist das Futter unberührt. Der um 4 h. entleerte Harn von gesättigt gelber Farbe und neutraler Reaction enthält Gallenfarbstoff, kein Eiweiss.

10. 12. Das Thier hat auch heut sehr wenig, fast gar nicht gefuttert. Der um $12^1/_2$ h. entleerte Harn von hellgelber Farbe und saurer Reaction enthält Gallenfarbstoff, kein Eiweiss.

2. Versuch, d. 23. 1. 73.

Ein grosses, schwarzweisses, männliches, unversehrtes Kaninchen, dessen vorher untersuchter Harn weder Gallenfarbstoff noch Eiweiss enthält, erhält

4 h. 30'. 10 Cctr. destillirtes Wasser auf Körpertemperatur erwärmt in die rechte Art. carot. communis injicirt.

Nach der Injection befindet sich das Thier vollkommen wohl und füttert sofort.

24. 1. 10. Der vorgefundene Harn ist von strohgelber Farbe, alkalischer Reaction ohne Gallenfarbstoff und ohne Eiweiss.

Der um 3 h. 15′ entleerte Harn von hellgelber Farbe und alkalischer Reaction enthält ebensowenig Gallenfarbstoff oder Eiweiss.

3. Versuch, d. 25. 1. 73.

Ein grosses, schwarzweisses, intactes, männliches Kaninchen, dessen vorher untersuchter Harn keinen Gallenfarbstoff und kein Eiweiss enthält, erhält

3 h. 10 Cctr. destillirtes Wasser von Körpertemperatur in die linke Art. carot. comm. injicirt.

Der Blutverlust ist sehr gering, das Thier ist nach der Operation munter, ohne indess sofort zu füttern.

26. 1. 10 h. Der sehr hellgelbe Harn ist intensiv alkalisch, enthält weder Gallenfarbstoff noch Eiweiss.

Das Thier erscheint sehr deprimirt und hat seit der Injection fast gar nichts gefüttert.

27. 1. 6 h. 30′. Der entleerte Harn ist dunkelgelb, reagirt sauer, enthält Gallenfarbstoff aber kein Eiweiss.

Das Thier hat bis heut ebensowenig gefüttert.

Am nächsten Tage hat sich das Thier vollkommen erholt, fütterte sehr begierig und entleerte

d. 29. 1. 9 h. Vormitt. einen hellgelben Harn von alkalischer Reaction, der weder Gallenfarbstoff noch Eiweiss enthält.

30. 1. Der Harn enthält ebenfalls keinen Gallenfarbstoff.

4. Versuch, d. 1. 2. 73.

Ein grosses, weissgraues, männliches Kaninchen, dessen vorher untersuchter Harn weder Gallenfarbstoff noch Eiweiss enthält, erhält

3 h. 30′. 10 Cctr. destillirtes Wasser von Körpertemperatur in die linke Art. carot. comm. injicirt. Während der Operation ein kleiner Blutverlust. In den Behälter gesetzt füttert das Thier nicht sofort von den vorgelegten Rüben, erscheint überhaupt etwas deprimirt. Nach einigen Minuten lässt das Thier einen hellgelben

alkalischen Harn, ohne Gallenfarbstoff und ohne Eiweiss.

2. 2. 11 h. Das Thier ist ganz munter und hat alles Futter aufgefüttert. Der entleerte Harn ist goldgelb, alkalisch, indess ohne Gallenfarbstoff und ohne Eiweis.

3. 2. 12 h. 25′. Der vorgefundene Harn ist von gelber Farbe, alkalischer Reaction; enthält weder Gallenfarbstoff noch Eiweiss.

5. Versuch, d. 6. 2. 73.

Ein grosses, graues, männliches Kaninchen, dessen vorher untersuchter Harn keinen Gallenfarbstoff und kein Eiweiss enthält, erhält

4 h. 15′. 10 Cctr. destillirtes Wasser in die linke Art. carot. comm. injicirt. Blut verliert das Thier fast gar nicht.

Von dem vorgelegten Futter nimmt das Thier nichts, ebensowenig hatte es bis 7 h. des Abends etwas gefüttert. Dagegen ist am nächsten Morgen

7. 2. alles Futter aufgefüttert. Der vorgefundene Harn, von gelber Farbe und neutraler Reaction, enthält weder Gallenfarbstoff noch Eiweiss.

2 h. 30′. Dasselbe Resultat bei Untersuchung des vorgefundenen Harnes.

8. 2. 9 h. 30′. Eine grosse Menge Harns entleert; derselbe ist hellgelb und reagirt sauer; Gallenfarbstoff und Eiweiss sind nicht darin zu finden.

6. Versuch, d. 9. 2. 73.

Ein grosses, graues, männliches Kaninchen, dessen vorher untersuchter Harn weder Gallenfarbstoff, noch Eiweiss enthält, erhält

11 h. 30′. 10 Cctr. destillirtes Wasser von Körpertemperatur in die linke Art. carot. comm. injicirt. Während der Operation findet aus der Arterie ein mässiger Blutverlust statt. Nach der Operation ist das Thier

vollständig munter und nimmt sofort von den vorgelegten Rüben.

10. 2. 12 h. 30′. Der gelbe, alkalisch reagirende Harn enthält weder Gallenfarbstoff, noch Eiweiss.

11. 2. 9 h. 35′. Der vorgefundene Harn ist goldgelb, von alkalischer Reaction, ohne Gallenfarbstoff und ohne Eiweiss.

Die Schlüsse, die diese zwölf Versuche gestatten, sind folgende:

1) Eine Blutkörperchenlösung in der Weise, dass freies Blutroth im Harn erschienen wäre, ist weder durch Injection von 10 Cctr. dest. Wassers in die äussere Jugularvene noch in die Art. carotis communis erzielt worden.

2) Gallenfarbstoff trat nur in zwei Fällen nach Injection in die Art. carotis communis auf.

3) Die Injectionen in Vene oder Arterie scheinen nicht ganz gleichwerthig zu sein; besonders wird nach Injection in die Arterie das Allgemeinbefinden in der Weise gestört, dass die Thiere längere Zeit danach kein Futter nehmen.

Letzterer Umstand erklärt auch zur Genüge das zweimalige Auftreten von Gallenfarbstoff im Harn nach Injection in die Arterie: es waren das die beiden Versuche, in welchen die Thiere innerhalb der nächsten 24 Stunden kein Futter genommen hatten.

Es ist bekannt[1]), dass Hungern bei Hunden Veranlassung zum Auftreten von Gallenfarbstoff im Harne derselben giebt; ich kann dasselbe nach schon früher von mir angestellten Versuchen auch für Kaninchen bestätigen und zwar tritt die Erscheinung ohne Ausnahme sehr genau mit derselben Sicherheit etwa nach 20 Stunden ein, wie nach Unterbindung des Ductus choledochus.

Demgemäss führen Injectionen von 10 Cctr. dest. Wassers

---

1) B. Naunyn, Beitrag zur Lehre vom Icterus. Dies Archiv 1869. S. 581.

in die äussere Jugularvene oder Art. carotis communis weder zum Auftreten von Blut- noch Gallenfarbstoff im Harn. Indess können diese Versuche nicht endgültig die betreffende Frage entscheiden, da die zur Injection verwendeten Mengen von Wasser offenbar nicht ausreichend gewesen zu sein scheinen. Desshalb wurden neue Versuche mit grösseren Wassermengen unternommen.

1. Versuch d. 12. 3. 73.

Ein grosses, graues, männliches Kaninchen, dessen vorher untersuchter Harn keinen Gallenfarbstoff enthält, erhält

4 h. Nachmitt. 20 Cctr. dest. Wasser von Körpertemperatur in den inneren Ast der äusseren rechten Jugularvene injicirt.

Das Thier ist danach vollkommen munter, ohne indess von dem vorgelegten Futter zu nehmen.

6 h. Abends hat das Thier schon Futter genommen.

13. 2. Der um 9½ Uhr vorgefundene Harn ist gelb, von alkalischer Reaction ohne Gallenfarbstoff und ohne Eiweiss.

3½ h. Der dunkelgelbe, alkalische Harn enthält ebensowenig Gallenfarbstoff und Eiweiss.

14. 2. 9½ h. Es sind 110 Cctr. Harn von gelber Farbe und alkalischer Reaction entleert; in demselben ist weder Gallenfarbstoff noch Eiweiss nachzuweisen.

2. Versuch d. 15. 2. 73.

Ein grosses, graues, männliches Kaninchen, das früher schon eine Wasserinjection überstanden hat und dessen vorher untersuchter Harn keinen Gallenfarbstoff enthält, erhält

9. h. 50′. 20 Cctr. dest. Wassers von Körpertemperatur in den inneren Ast der äusseren rechten Jugularvene injicirt. Der Blutverlust äusserst gering: das Thier ist nach der Operation munter und füttert sofort.

½ Stunde nach der Operation werden 45 Cctr. Harns von

dunkelgelber Farbe und alkalischer Reaction entleert; darin ist weder Gallenfarbstoff noch Eiweiss enthalten.

3 h. 45. In den 65 Cctr. gelben, alkalischen Harns ist ebensowenig Gallenfarbstoff oder Eiweiss nachzuweisen.

15. 2. Der um 9 h. 20′ vorgefundene, hellgelbe Harn, in Menge von 70 Cctr., reagirt alkalisch, ist ohne Gallenfarbstoff und ohne Eiweiss.

12 h. 75 Cctr. Harn, um diese Zeit entleert, geben dasselbe Resultat.

Ebenso 6 h. des Abends 67 Cctr.

3. Versuch d. 16. 2. 72.

Ein grosses, graues, männliches Kaninchen, das ebenfalls früher eine Wasserinjection ertragen hat, und dessen vorher untersuchter Harn keinen Gallenfarbstoff enthält, erhält

9 h. 20 Cctr. dest. Wassers von Körpertemperatur in den inneren Ast der äusseren rechten Jugularvene injicirt; das Thier füttert sofort nach der Operation.

17. 2. 8. h. 45′. Es werden 220 Cctr. Harns vorgefunden[1]); er ist hellgelb, von alkalischer Reaction, frei von Gallenfarbstoff und Eiweiss.

12 h. 15′. 70 Cctr. Harns von hellgelber und alkalischer Reaction vorgefunden, der weder Gallenfarbstoff noch Eiweiss enthält.

3 h. 15′. 68 Cctr. hellgelben, alkalischen Harns geben dasselbe Resultat.

4. Versuch d. 18. 2. 73.

Ein grosses, schwarz-weisses, weibliches Kaninchen, frisch vom Markt, dessen vorher untersuchter Harn keinen Gallenfarbstoff enthält, erhält

9 h. 45′. 20 Cctr. dest. Wassers von 38°C. in den inneren Ast der äusseren rechten Jugularvene injicirt. Das operirte Thier nimmt bald darauf von dem vorgelegten Futter.

---

1) Offenbar zwei Portionen, da der vorhergehende Tag ein Sonntag war, an welchem häufig des Abends nicht nachgesehen wurde.

2 h. 30′ Das Thier entleert 40 Cctr. Harn von braunrother Farbe, darin sind weder Blutzellen noch freier Blutfarbstoff nachzuweisen. Der Harn reagirt alkalisch, enthält keinen Gallenfarbstoff, aber reichlich Eiweiss.[1])

---

1) Ich komme hier zum ersten Male in die Lage, eiweisshaltigen Harn auf Gallenfarbstoff untersuchen zu müssen. Frerichs, Heller, Hoppe-Seyler sehen in dieser Complication keine Schwierigkeiten: die Farbenringe sollen sich auf dem an der Grenze der Salpetersäure gefällten Eiweiss sehr gut markiren. Die genannten Autoren haben mit Hundeharn gearbeitet, worüber ich keine Erfahrungen habe. Kühne (Virchow's Archiv Bd. XIV. S. 339) hingegen findet für diesen Fall Schwierigkeiten, fällt deshalb das Eiweiss durch Kochen und untersucht das Filtrat in der bekannten Weise auf Gallenfarbstoff. Diese Art des Verfahrens indess, meint er, involvire den Fehler, dass kleine Mengen von Gallenfarbstoff von dem niederfallenden Eiweiss mitgerissen werden können. Die Bemerkung ist in Analogie zu anderen Fällen vollkommen berechtigt, nur hat Kühne versäumt, den Beweis für oder gegen die Richtigkeit dieser Anschauung zu führen. Was zunächst meine eignen Erfahrungen mit eiweisshaltigen Harnen von Kaninchen betrifft, so bin ich zu folgender Ansicht darüber gelangt: es ist vielleicht möglich, von solchem Harn zu behaupten, dass er Gallenfarbstoff enthält, es ist aber unmöglich zu behaupten, dass dieser Harn Gallenfarbstoff nicht enthält. Wenn sich auch auf dem Eiweissringe der rothe Farbenring sehr deutlich entwickelt, so ist doch der für die Anwesenheit von Gallenfarbstoff entscheidende grüne Ring, der sich darüber entwickeln müsste, durch ein weisslich-grau, bei Anwesenheit von Blutfarbstoff durch röthlich-grau vollständig maskirt.

Ich habe mich deshalb entschlossen, durch Kochen das Eiweiss zu fällen und im Filtrat auf Gallenfarbstoff zu untersuchen, nachdem ich nothwendigerweise Kühne's Bemerkung einer näheren Untersuchung unterzogen und gefunden habe, dass der Gallenfarbstoff vom niederfallenden Eiweiss nicht mitgerissen werde. Dieser Nachweis wurde in folgender Weise geführt: Um unter den natürlichen Verhältnissen arbeiten zu können, verschafft man sich gallenfarbstoffhaltigen Harn in der schon oben angegebenen Weise, nämlich so, dass man ein Kaninchen 24 Stunden hungern lässt und Eiweissharn dadurch, dass man einem eben solchen Thiere 4 Cctr. Chloroform subcutan injicirt. Vermischt man eine Portion des gallenfarbstoffhaltigen Harns mit dem Eiweissharn und macht die Gmelin'sche Probe, so ist der Gallenfarbstoff nicht mehr nachweisbar. Wird aber das Eiweiss durch

3 h. 45'. Die entleerten 25 Cctr. Harn sind von heller Farbe, alkalischer Reaction und enthalten weder Gallenfarbstoff noch Eiweiss.

5. Versuch d. 25. 2. 73.

Ein grosses, graues, männliches Kaninchen, das schon früher eine Injection bekommen hat und dessen vorher untersuchter Harn keinen Gallenfarbstoff enthält, erhält

3. h. 20 Cctr. destillirten Wassers von Körpertemperatur in den inneren Ast der äusseren linken Jugularvene injicirt. Der Blutverlust sehr gering, das Thier nimmt bald von dem vorgelegten Futter.

Kochen gefällt und der Harn filtrirt, so gelingt es regelmässig und vollkommen deutlich, den Gallenfarbstoff nachzuweisen. Freilich ist in diesem Falle der grüne Ring weniger intensiv, als in dem unvermischten gallenfarbstoffhaltigen Harn. Ist es erlaubt, aus der Intensität des grünen Ringes auf die Quantität von Gallenfarbstoff wenigstens einen annähernden Schluss zu ziehen, was nach meinen zahlreichen Erfahrungen mir zulässig erscheint, so hat in dem filtrirten Harn die Quantität des Gallenfarbstoffes unbedingt abgenommen. Dieser Verlust des Filtrats an Gallenfarbstoff kann sein a) ein absoluter, indem in der That ein Theil desselben vom niederfallenden Eiweiss mitgerissen worden ist; b) ein relativer, da der ursprüngliche gallenfarbstoffhaltige Harn durch Vermischung mit dem Eiweissharn eine ebensolche Menge Wassers zugesetzt erhalten hat. Dass letzterer Umstand in der That für die geringere Intensität des grünen Ringes bei diesem Harn verantwortlich zu machen ist, geht aus folgenden zwei Thatsachen hervor. Vermischt man eine bestimmte Portion des ursprünglichen, gallenfarbstoffhaltigen Harns mit einer gleichen Portion eiweissfreien Harns und untersucht nach Gmelin, so ist die Intensität des grünen Ringes ebenso geringer geworden, wie oben. Und umgekehrt, wird dieser Harn über dem Feuer auf ein geringeres Volumen eingeengt, so erhebt sich die Intensität des grünen Ringes auf ihre ursprüngliche Höhe.

Letzteres Verfahren schützt auch vor dem Begriff der „unsichern Gallenfarbstoffreaction." Hat man eine solche unsichere Gallenfarbstoffreaction vor sich, so ist man nur genöthigt, den Harn auf ein kleineres Volumen einzuengen, um sich endgültig über das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von Gallenfarbstoff informiren zu können.

Diese kleinen Untersuchungen berechtigen, wie ich glaube, zu der schon oben ausgesprochenen Annahme.

26. 2. 8 h. Es sind 50 Cctr. dunkelgelben, sauren Harns vorgefunden worden, in dem reichlich Eiweiss, aber kein Gallenfarbstoff nachzuweisen ist.

27. 2. 9 h. 15′. Die 76 Cctr. gelben, neutralen Harns enthalten weder Gallenfarbstoff noch Eiweiss.

6. Versuch d. 28. 2. 72.

Ein grosses, graues, weibliches Kaninchen, das schon früher eine Injection bekommen hat und dessen Harn, vorher untersucht, keinen Gallenfarbstoff enthält, erhält

3 h. 15′ in derselben Weise 20 Cctr. dest. Wassers in den inneren Ast der linken äusseren Jugularvene injicirt. Der Blutverlust ist sehr gering, das Thier füttert sogleich.

1. 3. 8 h. 30′. Es werden 160 Cctr. gelben, alkalischen Harns vorgefunden, in dem weder Gallenfarbstoff, noch Eiweiss vorhanden sind.

9 h. 36 Cctr. frisch entleerten, hellgelben, alkalischen Harns enthalten ebenso weder Gallenfarbstoff, noch Eiweiss.

Um 12 h. 30′ werden 30 Cctr. Harns entleert von derselben Beschaffenheit, wie oben.

Der Erfolg dieser sechs Versuche ist dahin zusammen zu fassen, dass auch 20 Cctr. destillirten Wassers in die äussere Jugularvene injicirt, nicht genügen, um in dem Harn dieser Thiere Blut- oder Gallenfarbstoff auftreten zu machen.

Da eine Injection derselben Menge von Wasser in die Arterien des Thieres vielleicht zu anderen Resultaten führen könnte, so wurden sechs neue Versuche angestellt.

1. Versuch d. 3. 3. 73.

Ein mittelgrosses, frisches, weisses, weibliches Kaninchen, dessen vorher untersuchter Harn keinen Gallenfarbstoff enthält, erhält

3 h. 30 M. 18 Cctr. dest. Wassers von Körpertemperatur in die Arteria carotis communis sinistra injicirt. Der Blutverlust sehr gering; während der Injection zuckt

das Thier so heftig, dass nach Injection von 18 Cctr. von weiterer Injection Abstand genommen wurde. Das vom Halter abgebundene Thier vermag sich nicht auf den Beinen zu erhalten, wirft sich herum, indem es häufig den Kopf nach hinten reckt; das Futter bleibt unberührt.

4. 3. 9 h. Das Thier ist todt, nachdem es noch in der Nacht 76 Cctr. wasserhellen, alkalischen Harnes entleert hatte, in dem eine Spur von Eiweiss, aber kein Gallenfarbstoff nachzuweisen war.

Die Section ergab keine materielle Veränderung irgend eines Organs; der allgemeine Charakter documentirt sich in einer Ueberfüllung sämmtlicher Gefässe.

2. Versuch d. 4. 3. 73.

Ein grosses, schwarzweisses, weibliches Thier, das schon früher eine Injection in die Jugularvene bekommen hat, erhält

4 h. 30'. 20 Cctr. destillirten Wassers von Körpertemperatur in die linke Art. carotis communis injicirt. Der Blutverlust ist ziemlich gross; während der Injection zuckt das Thier nur unbedeutend; Futter nimmt es nicht. Ebensowenig hatte es Abends 7³/₄ Uhr etwas gefüttert.

5. 3. 8 h. 30'. Das gestern vorgelegte Futter ist vollkommen verzehrt. In dem Harnglase befinden sich 110 Cctr. gelben, alkalischen Harns, in welchem kein Gallenfarbstoff, aber Eiweis vorhanden ist.

Der um 10 Uhr gelassene Harn, 50 Cctr., von sonst gleicher Qualität, enthält weder Gallenfarbstoff noch Eiweiss.

3. Versuch d. 6. 3. 73.

Ein frisches, grosses, schwarzes, weibliches Kaninchen, dessen vorher untersuchter Harn keinen Gallenfarbstoff enthält, erhält

3 h. 40'. 20 Cctr. dest. Wassers von Körpertemperatur in die linke Arteria carotis communis injicirt. Der Blutverlust beschränkt sich auf das Nothwendigste;

nach der Injection ist das Thier sehr deprimirt und rührt das Futter nicht an. Am Abende desselben Tages nahm das Thier doch schon von dem Futter.

7. 3. 9 h. 15′. 132 Cctr. gelben, neutral reagirenden Harns vorgefunden, in dem weder Gallenfarbstoff, noch Eiweiss nachzuweisen sind.

8. 3. 8 h. 30′ 70 Cctr. Harns geben dasselbe Resultat. Ebenso sind

3 h. 30′. 95 Cctr. von alkalischer Reaction ohne Gallenfarbstoff.

4. Versuch d. 8. 3. 73.

Ein grosses, graues, weibliches Kaninchen, frisch vom Markt, dessen vorher untersuchter Harn keinen Gallenfarbstoff enthält, erhält

4 h. 15′. 20 Cctr. dest. Wassers von Körpertemperatur in die rechte Arteria carotis communis injicirt. Sehr geringer Blutverlust, dagegen allgemeine Depression und keine Futteraufnahme.

9. 3. 9 h. Alles Futter ist aufgefüttert. Es sind 118 Cctr. Harn von goldgelber Farbe und alkalischer Reaction vorhanden, in dem weder Gallenfarbstoff noch Eiweiss nachzuweisen ist. Ebensowenig enthalten von letzteren Bestandtheilen die um 1 h. entleerten 70 Cctr. Harn.

10. 3. Dasselbe Resultat ergiebt eine um 9 h. Morgens vorgefundene Quantität von 90 Cctr. Harn.

5. Versuch d. 10. 3. 73.

Ein frisches, grosses, weissgraues, männliches Kaninchen, dessen vorher untersuchter Harn keinen Gallenfarbstoff enthält, erhält

4 h. 30′. 20 Cctr. dest. Wassers in derselben Weise in die rechte Arteria carotis communis injicirt; das Thier ist während der Injection sehr unruhig. Der Blutverlust ist gering, Futter wurde selbst des Abends um 8 h. noch nicht genommen.

NB. Der Kolben der Injectionsspritze ist zu diesem Versuche neu reparirt.

11. 3. 8 h. 45'. Das Thier ist todt, nachdem es während der Nacht noch etwas gefüttert hatte. Im Auffangeglase finden sich 110 Cctr. hellgelben, alkalischen Harnes vor, der etwas Eiweiss, aber keinen Gallenfarbstoff enthält.

Die Section ergab durchaus nicht einen Befund, der die Ursache des Todes erklären könnte.

6. Versuch d. 12. 3. 73.

Ein frisches, grosses, graues, weibliches Kaninchen, dessen vorher untersuchter Harn keinen Gallenfarbstoff enthält, erhält

9 h. 40'. 20 Cctr. aq. destill. von Körpertemperatur in die Arteria carotis communis dextra injicirt. Der Blutverlust ist sehr gering, doch ist das Thier sehr deprimirt und nimmt kein Futter, hat sich doch schon nach einer Stunde so weit erholt, dass es das vorgelegte Futter nimmt.

4 h. Es werden 56 Cctr. strohgelben, alkalischen Harns entleert, in dem weder Gallenfarbstoff, noch Eiweiss nachzuweisen sind.

13. 3. 8 h. 30'. 126 Cctr. Harn vorgefunden von goldgelber Farbe und neutraler Reaction, in dem weder Gallenfarbstoff noch Eiweiss enthalten sind.

3 h. Nachmittags wird das Thier todt gefunden.

Die Section ergiebt auch hier keine Todesursache.

Ich möchte meinen, dass der Tod dieser beiden Thiere durch den nach der Reparatur mit vielem Talg überzogenen Spritzenstempel verursacht worden ist, von welchem sich kleine Partikelchen abgelöst haben und in die Blutbahn gelangt sein können.

Das Resultat dieser Versuche ist folgendes:

1) Man erreicht durch Injection von 20 Cctr. dest. Wassers in die Art. carotis communis weder eine im Harn sich documentirende Lösung der rothen Blutzellen, noch Gallenfarbstoff in demselben.

2) Die Injectionen in die Arterien werden schlechter ver-

tragen, als in die Venen und führen um so mehr zu allgemeiner Depression des Thieres nach der Injection, je geringer der Blutverlust während derselben ist.

Est ist selbstverständlich, dass die Versuche, bei denen nicht einmal eine Lösung von rothen Blutzellen durch die Wasserinjection erzielt worden war, die Frage nicht entscheiden können. Deshalb mussten alle Mittel angewendet werden, um diesen Effect zu erreichen: die Wassermengen, die zur Injection kommen, werden deshalb in den nächsten Versuchen bis auf's Aeusserste gesteigert. Im Voraus soll bemerkt werden, dass Injectionen in die Arterien fernerhin ausgeschlossen blieben aus der Ueberzeugung, dass die Thiere grössere Mengen nicht mehr würden vertragen können.

1. Versuch d. 26. 6. 73.

Ein grosses, schwarzes, weibliches, frisches Kaninchen, dessen vorher untersuchter Harn keinen Gallenfarbstoff enthält, erhält

5 h. 30 Cctr. dest. Wassers von Körpertemperatur in den innern Ast der rechten äusseren Jugularvene injicirt. Die Injection geschieht sehr langsam, der Blutverlust ist sehr gering und das Thier danach ganz munter.

27. 6. 9 h. Das vorgelegte Futter ist aufgefüttert. In dem Auffangeglase befinden sich 170 Cctr. blutrothen Harns, von alkalischer Reaction, von 1010 spec. Gewicht. Mikroskopisch sind in diesem, wie auch in den nächsten Versuchen, einige intacte oder veränderte rothe und weisse Blutzellen vorhanden. Die spektroskopische Untersuchung zeigt freies Hämoglobin. Der gekochte und filtrirte Harn enthält keinen Gallenfarbstoff.

2. Versuch d. 29. 6. 73.

Ein grosses, weibliches, frisches Kaninchen, dessen vorher untersuchter Harn keinen Gallenfarbstoff enthält, erhält

10 h. 30′. 30 Cctr. dest. Wassers von Körpertemperatur in den inneren Ast der äusseren rechten Jugularvene

injicirt. Der Blutverlust ist sehr gering, das Thier ist vollkommen munter.

30. 6. 9 h. Das Futter ist aufgefüttert. Es sind 160 Cctr. blutrothen, alkalischen, 1019 schweren Harns entleert, der freies Hämoglobin, aber keinen Gallenfarbstoff enthält.

Der nächste $10^1/_2$ h. gelassene Harn enthält kein Blutroth mehr, ebensowenig aber Gallenfarbstoff.

3. Versuch d. 29. 6. 73.

Ein grosses, schwarzweisses, weibliches, frisches Kaninchen, dessen vorher untersuchter Harn keinen Gallenfarbstoff enthält, erhält

11 h. 30 Cctr. ebensolchen Wassers in den inneren Ast der äusseren rechten Jugularvene injicirt. Der Blutverlust ist grösser, als sonst, das Thier ist vollkommen munter.

30. 6. 9 h. Es werden 125 Cctr. blutrothen, alkalischen Harns von 1014 spec. Gewicht vorgefunden, der Blutroth und Eiweiss, aber keinen Gallenfarbstoff enthält.

4. Versuch d. 30. 6. 73.

Ein grosses, braunes, männliches, frisches Kaninchen, dessen vorher untersuchter Harn keinen Gallenfarbstoff enthält, erhält

3 h. 30'. 30 Cctr. dest. Wasser in den inneren Ast der äusseren rechten Jugularvene injicirt. Der Blutverlust ist minimal, das Thier munter und füttert sofort.

1. 7. 9 h. Es finden sich 210 Cctr. hellgelben alkalischen Harns vor, von 1009 spec. Gewicht, in dem weder freies Blutroth, noch Gallenfarbstoff enthalten ist; ebensowenig Eiweiss.

5. Versuch d. 30. 6. 73.

Ein rothbraunes, männliches Thier, das schon früher eine Wasserinjection in das peripherische Ende der äusseren rechten Jugularvene überstanden hat, erhält

7 h. Abds. 30 Cctr. von gleichem Wasser in den inneren Ast der äusseren linken Jugularvene injicirt. Der Blutverlust ist ziemlich bedeutend, das Thier vollkommen munter.

7. 1. 10 h. Der vorgefundene Harn 160 Cctr. ist von gelber Farbe, alkalischer Reaction hat ein spec. Gewicht von 1014 und enthält weder Blut- noch Gallenfarbstoff; ebenso kein Eiweiss.

Unter diesen 5 Versuchen ist bei 3 derselben eine Blutzellenlösung erzielt worden, bei 2 nicht; da die äusseren, controllirbaren Verhältnisse bei allen 5 Versuchen dieselben waren, so ist mir nicht erfindlich, worin der Unterschied des Erfolges begründet sein kann.

Jedenfalls wurden, um desto sicherer die gewünschte Blutzellenlösung zu erreichen, in den nächsten Versuchen, noch grössere Wassermengen injicirt.

6. Versuch d. 1. 7. 73.

Ein grosses, schwarzweisses, weibliches, frisches Thier, dessen vorher untersuchter Harn keinen Gallenfarbstoff enthält, erhält

4 h. 40 Cctr. dest. Wassers in den inneren Ast der äusseren rechten Jugularvene injicirt.

6 h. Es sind 50 Cctr. hellgelben, alkalischen Harns ohne Blut- und Gallenfarbstoff entleert; ebenfalls kein Eiweiss. Am Morgen ist alles Futter verzehrt.

2. 7. 9 h. Es finden sich 80 Cctr. strohgelben alkalischen Harns, von 1014 spec. Gewicht, ebenfalls ohne Blut- und Gallenfarbstoff.

7. Versuch d. 1. 7. 73.

Ein grosses, schwarzes, weibliches, frisches Kaninchen, dessen vorher untersuchter Harn keinen Gallenfarbstoff enthält, erhält

6 h. 30'. 40 Cctr. dest. Wassers von Körpertemperatur in den inneren Ast der rechten äusseren Jugularvene injicirt. Der Blutverlust ist äusserst gering, das Thier vollkommen munter, ohne aber Futter zu nehmen.

Nach 10 Minuten werden 34 Cctr. gelben, alkalischen Harnes entleert, in dem sich weder Blut- noch Galenfarbstoff befindet.

2. 7. 9 h. Im Auffangeglase finden sich 160 Cctr. blutrothen, alkalischen Harns vor, dessen spec. Gewicht 1012 beträgt. Spektroskopisch ist Blutfarbstoff nachzuweisen; die Gmelin'sche Reaction giebt ein negatives Resultat.

8. Versuch d. 2. 7. 73.

Ein grosses, weibliches, graues Kaninchen, das schon früher eine Wasserinjection bekommen hat und dessen vorher untersuchter Harn keinen Gallenfarbstoff enthält, erhält

2 h. 40 Cctr. desselben Wassers in die linke äussere Jugularvene injicirt. Das Thier ist nach der Injection munter, füttert aber nicht sogleich.

3. 7. 9 h. Das Futter ist aufgefüttert. Es sind 130 Cct. blutrothen, alkalischen, 1012 schweren Harns vorhanden, in dem Blut- aber kein Gallenfarbstoff nachzuweisen ist.

9. Versuch d. 2. 7. 73.

Ein grosses, graues, männliches, frisches Thier, dessen vorher untersuchter Harn keinen Gallenfarbstoff enthält, erhält

3 h. 40 Cctr. dest. Wassers in die rechte äussere Jugularvene injicirt.

3. 7. 9 h. Es sind 24 Cctr. dunkelgelben, alkalischen Harns entleert, ohne Eiweiss, ebensowenig ist in demselben Blut- oder Gallenfarbstoff zu finden.

11 h. werden noch 20 Cctr. Harns von derselben Beschaffenheit entleert.

10. Versuch d. 3. 7. 73.

Ein grosses, graues, weibliches Thier, das schon früher eine Injection bekommen hat und dessen vorher untersuchter Harn keinen Gallenfarbstoff enthält, erhält

3 h. 40 Cctr. gleichen Wassers in den inneren Ast der

linken äusseren Jugularvene injicirt. Der Blutverlust ist mässig, das Thier munter.

4. 7. 9 h. Das Futter ist verzehrt. Es sind 10 Cctr. blutrothen, alkalischen Harns entleert, in dem Blut- aber kein Gallenfarbstoff vorhanden ist.

11. Versuch d. 3. 7. 73.

Ein grosses, schwarzweisses, weibliches Thier, dem früher schon eine Wasserinjection gemacht worden ist und dessen vorher untersuchter Harn keinen Gallenfarbstoff enthält, erhält

4 h. 40 Cctr. destill. Wasser in den inneren Ast der äusseren linken Jugularvene injicirt. Mässiger Blutverlust.

4. 7. 9 h. 24 Cctr. dunkelblutrothen, alkalischen Harns vorgefunden, in dem Blut- aber kein Gallenfarbstoff nachzuweisen ist.

Beide Thiere waren am Morgen todt in ihren Behältern gefunden, offenbar in der Nacht gestorben, da sie des Abends vorher noch lebend gesehen waren.

Bei der Section fand sich in der Bauchhöhle eine blutrothe, wässrige Flüssigkeit; etwa 10—12 Cctr. konnten herausgeschöpft und untersucht werden; sie enthielt keine rothen Blutzellen, aber Eiweiss. Es ist offenbar freies Hämoglobin, das mit dem verstärkten Irrigationsstrom in die Bauchhöhle ausgetreten ist. Eben solche Flüssigkeit fand sich in viel geringerer Menge im Herzbeutel und den Pleurasäcken. Im Sacke der Dura mater war sie nicht zu sehen; die Hirnsubstanz auffallend feucht. Eine anderweitige pathologische Veränderung war nicht aufzufinden.

12. Versuch d. 4. 7. 73.

Ein grosses, schwarzweisses, weibliches Thier, das schon früher eine Injection bekommen hat und dessen vorher untersuchter Harn keinen Gallenfarbstoff enthält, erhält

4 h. 40 Cctr. dest. Wassers in den inneren Ast der linken äusseren Jugularvene injicirt. Mässiger Blutverlust, sonst ist das Thier munter.

5. 7. 9 h. 30′. Das Futter ist verzehrt. Es sind 180 Cctr.

gelben alkalischen Harns von 1020 spec. Gewicht entleert, ohne Eiweiss, in dem ebensowenig Blut- oder Gallenfarbstoff zu finden ist.

13. Versuch d. 5. 7. 73.

Ein grosses, schwarzes, weibliches Kaninchen, das schon früher eine Injection überstanden hat und dessen vorher untersuchter Harn keinen Gallenfarbstoff enthält, erhält

3 h. 50 Cctr. in den inneren Ast der äusseren linken Jugularvene injicirt. Nach einer Stunde war das Thier unter dyspnoetischen Erscheinungen todt[1]), nachdem es noch 10 Cctr. blutrothen Harns gelassen hatte, in dem Eiweiss und Blutroth, aber kein Gallenfarbstoff vorhanden war.

Die am nächsten Morgen vorgenommene Section ergab genau dasselbe Resultat: blutrothe Flüssigkeit in den serösen Höhlen, besonders in der Abdominalhöhle.

14. Versuch d. 5. 7. 73.

Ein grosses, rothbraunes, männliches, frisches Thier, dessen vorher untersuchter Harn keinen Gallenfarbstoff enthält, erhält

4 h. 50 Cctr. dest. Wassers in den inneren Ast der rechten äusseren Jugularvene injicirt. Blutverlust minimal.

Nach einer Stunde stirbt es, wie das andere Thier, unter den gleichen Erscheinungen; in den 20 Cctr. blutrothen Harns befindet sich Eiweiss, Blut- aber kein Gallenfarbstoff.

Die ebenso am nächsten Morgen gemachte Section giebt genau denselben Befund.

15. Versuch d. 6. 7. 73.

Ein grosses, schwarzes, weibliches Thier, das früher schon eine Injection bekommen hat und dessen vorher untersuchter Harn keinen Gallenfarbstoff enthält, erhält

---

1) Ich hatte selbst den Tod des Thieres nicht gesehen; es ist dies der Bericht nach der gefälligen Mittheilung eines der z. Z. anwesenden Collegen.

11 h. 40 Cctr. dest. Wassers in den inneren Ast der linken äusseren Jugularvene injicirt. Grosser Blutverlust; das Thier ist sichtlich dyspnoetisch.

7. 7. 9 h. 94 Cctr. blutrothen, alkalischen Harns von 1009 spec. Gewicht sind entleert; in demselben ist Eiweiss, Blut- aber kein Gallenfarbstoff. Das Thier hat bis dahin nichts gefüttert. Der Harn kann schon am Abend vorher entleert gewesen sein.

16. Versuch d. 6. 7. 73.

Ein grosses, weisses, weibliches, frisches Thier, dessen vorher untersuchter Harn keinen Gallenfarbstoff enthält, erhält

11 h. 30'. 40 Cctr. dest. Wasser in den inneren Ast der äusseren rechten Jugularvene injicirt. Der Blutverlust gering, das Thier munter, aber ohne zu füttern.

7. 7. 9 h. Das Thier ist todt, nachdem es noch 20 Cctr. fast schwarzen, alkalischen Harns entleert hatte, in dem Eiweiss, Blut- aber kein Gallenfarbstoff aufzufinden war.

Die Section gab ebenso obigen Befund.

17. Versuch d. 9. 7. 73.

Ein grosses, weisses, weibliches, frisches Kaninchen, dessen vorher untersuchter Harn keinen Gallenfarbstoff enthält, erhält

6 h. 30'. 40 Cctr. dest. Wassers von Körpertemperatur in den inneren Ast der äusseren, rechten Jugularvene injicirt. Der Blutverlust ist äusserst gering, das Thier sonst munter, aber ohne zu füttern.

10. 7. 9 h. Das Thier liegt todt im Behälter. Im Auffangeglase befindet sich kein Harn. Dagegen findet sich bei der sofortigen Section ausser dem gleichen, schon oben beschriebenen Befunde, die Harnblase enorm gefüllt und in ihr 62 Cctr. eines hellrothen, alkalischen Harns von 1021 spec. Gewicht. In demselben ist Eiweiss, Blut- aber kein Gallenfarbstoff vorhanden.

Die Schlüsse, die sich aus den letzten 17 Versuchen folgern lassen, sind folgende:

1. Unter 17 Versuchen kam es nach Injection von 30 bis 50 Cctr. destillirten Wassers von Körpertemperatur in die Vena jugularis externa dextra sive sinistra 12 Mal zur Auflösung von Blutzellen in der Blutbahn, resp. zum Auftreten von freiem Hämoglobin im Harn.
2. Nach Fällung des Eiweisses und Untersuchung des Filtrats war in demselben in keinem Falle Gallenfarbstoff nachzuweisen, nachdem vorher gezeigt war, dass letztere Methode für ihre Anwendung vollkommene Berechtigung uud Glaubwürdigkeit hat.
3. Von den 12 Thieren bei denen es zur Blutlösung kam starben 6 unter denselben Verhältnissen:
   a) Während des Lebens dyspnoetische Erscheinungen,
   b) Entleerung von nicht über 24 Cctr. blutigen Harns — ausgenommen Versuch 17, wo 62 Cctr. Harn in der Harnblase gefunden waren —,
   c) Bei der Section Vorhandensein von blutrother, wässriger Flüssigkeit in sämmtlichen serösen Höhlen (in der Dura mater nicht nachweisbar) und Oedem des Gehirns.

Die Resultate dieser Versuche sind demnach vollständig negativ und stehen im directesten Widerspruch zu den positiven Erfolgen M. Hermann's.

Diese Differenzen werden sich vielleicht klären, wenn wir jenen Versuchen näher zu treten uns bemühen. In denselben wurde dem auf den Rücken gebundenen Hunde bis 600 Cctr. Wasser in die äussere Jugularvene injicirt und der Harn in Zwischenräumen von 10—75′ durch zwei in die Ureteren eingelegte Canülen aufgefangen. Der einzelne Versuch dauerte 3—6 Stunden. Im Ganzen wurden 6 Versuche gemacht, von denen im 1. und 2. Versuch nach der Injection Gallenfarbstoff im Harn aufzufinden war; die übrigen 4 Versuche wurden nach dieser Seite gar nicht controllirt, denn „ubi haematinum

in urina inerat, in pigmentum bilis non inquirebatur".[1]) Im 6. Versuche finden wir bemerkt[2]): „dubia pigmenti bilis" vor der Wasserinjection.

Ich habe demnach gegen diese Versuche folgendes einzuwenden:

1. Die Anzahl der Versuche überhaupt und insbesondere der positiven ist nicht gross genug, um beweisend sein zu können.
2. Ist es nach Voit und Naunyn[3]) bekannt, dass Hunde unter normalen Verhältnissen nicht selten Gallenfarbstoff im Harne führen.
3. Sagt der Verfasser selbst[4]): „Doleo, quod urina canis ad experimentum quoddam adhibiti jam ante aquae injectionem aliquid pigmenti bilis continebat, ita ut imprimis non posset exacte constitui, num post haematini discessum adhuc pigmentum bilis cum urina excernatur. Id tamen constat, aqua injecta reactionem acido nitrico longe pulchriorem et intensiorem commotam esse, quam antea et dum in casu quodam, ubi urina primitus nullum pigmentum abnorme gerebat, post discessum haematini pigmentum bilis cerni non poterat, id alibi apparebat clarissime, ubi eius praesentia ante injectionem dubia videbatur".
4. Der Verfasser stützt sich im Vorhergehenden auf die Verbesserung der vor der Injection undeutlichen zu sehr deutlicher, und schöner Reaction nach derselben.

Letzteres ist gewiss richtig, bestätigt aber nur B. Naunyn's[5]) Beobachtung, dass auf Hunde ausgeübte Insulte zum Auftreten

---

1) A. a. O. S. 23. Anmerkung.
2) A. a. O. S. 13.
3) B. Naunyn, Beitrag zur Lehre vom Icterus. Dies Archiv. 1868. S. 429.
4) A. a. O. 23.
5) A. a. O. 407.

von Gallenfarbstoff im Harn oder zur Vermehrung des schon vorhandenen zu führen pflegen.

Ich sehe mich deshalb in der Lage, den Versuchen M. Hermann's jede Beweiskraft für den vorliegenden Gegenstand absprechen zu können und werde mich nicht mehr über meine entgegengesetzten, negativen Resultate wundern, denen zu Folge der Blutfarbstoff, durch reichliche Wasserinjection in die Jugularvenen von Kaninchen aus den Blutzellen frei geworden, innerhalb der Blutbahn mit Umgehung der Leber zu Gallenfarbstoff sich nicht umzuwandeln vermag.

Es erübrigt nur noch, auf die Todesursache jener 6 beschriebenen Todesfälle näher einzugehen.

Die Erscheinungen, die sich bei dem Tode und bei der Section der Beobachtung darboten, sind schon oben zusammengestellt; sie führten zu folgenden Vermuthungen über den Grund des Todes:

1. Es kann ein einfacher Erstickungstod in Folge massenhafter Lösung rother Sauerstoff bindender Blutzellen sein. Dagegen spricht indess die Thatsache, dass die Thiere, die nach der Blutzellenlösung, nicht zu Grunde gingen, grosse Mengen blutigen Harns entleerten, im Gegensatz zu jenen, bei denen das entleerte Harnvolumen in keinem Falle 24 Cctr. überschritten hatte; wobei gar nicht abzusehen ist, welchen Grund für den letalen Ausgang die geringere Wasserausfuhr durch die Nieren haben sollte.
2. Könnte es im Sinne B. Naunyn's[1]) unter dem Einflusse der Lösung der Blutzellen zu capillären Gerinnungen kommen, die den Tod herbeiführen; das wäre ein höchst interessantes Verhältniss. Indess ist auch hier nicht zu begreifen, welchen Einfluss die grössere oder geringere Nierenabsonderung auf das Zustandekommen oder Ausbleiben des Todes haben könnte.

---

1) Vergl. a. a. O. S. 427 und Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmacologie. B. I. Heft 1. S. 17.

3. Ist es thunlich, anzunehmen, dass das Gehirnödem zum Tode führte; der verhütet werden kann, wenn die Verhältnisse durch grosse Wasserausscheidung von Seiten der Nieren sich selbst reguliren — in diesem Falle ist der Tod ohne Interesse.

Indess ist es möglich, dass vielleicht eine noch bessere Erklärung für den letalen Ausgang gegeben werden kann.

Ueber einige merkwürdige Oberkiefer - Abweichungen.

Von

Dr. Wenzel Gruber.
Professor der Anatomie in St. Petersburg.

(Hierzu Tafel IV.)

I. Theile des Processus zygomaticus beider Oberkiefer besondere Knochen (Fig. 1).

Zu sehen in meiner Sammlung an dem Schädel eines Erwachsenen, der normal geformt ist, und keine Zeichen an sich hat, welche auf Verletzungen seines Gesichtstheiles im Leben des Individuums sicher schliessen lassen könnten.

Am Processus zygomaticus des rechten Oberkiefers ist eine supernumeräre Sutur (α) oder doch deren Spur zu sehen. Die Sutur beginnt 8 Mm. auswärts von dem oberen Ende der Sutura zygomatico - maxillaris, steigt schwach S förmig gekrümmt, 11 Mm. auswärts vom Foramen infraorbitale und bis 10 Mm. einwärts von der genannten Sutur an der Gesichtsfläche abwärts, krümmt sich, 7 Mm. einwärts von der Spitze des Processus zygomaticus auf dessen Schläfenfläche rückwärts, um hier zuerst 7 Mm., am Ende 4 Mm. von der Sutura zygomatico-maxillaris entfernt, bis in letztere vor dem Sitze der Spina zygomatica aufzusteigen. Die supernumeräre Sutur ist an der Gesichtsfläche des Processus zygomaticus grösstentheils

offen, am unteren Rande und an der Schläfenfläche desselben aber verwachsen.

Durch diese supernumeräre Sutur ist ein grosses Stück des Processus zygomaticus des rechten Oberkiefers als ein besonderer Knochen (a), welcher früher ganz isolirt gewesen war, aufgetreten. —

Am Processus zygomaticus des linken Oberkiefers ist ebenfalls eine supernumeräre Sutur (α'), aber nur an dessen Gesichtsfläche, zu bemerken. Diese Sutur beginnt 5 Mm. vom oberen Ende der Sutura zygomatico-maxillaris und 4 Mm. auswärts von dem Foramen infraorbitale. Sie steigt bis 8 Mm. einwärts von der Sutura zygomatico-maxillaris gestreckt und in schräger Richtung zur Spitze des Processus zygomaticus abwärts und auswärts. Dieselbe ist theilweise offen, theilweise verwachsen.

Durch diese supernumeräre Sutur hat die Gesichtsplatte des Processus zygomaticus des linken Oberkiefers als ein besonderer Knochen (a') von elliptischer Gestalt, 2 Cm. Länge und 8 Mm. Breite, welcher in früherer Zeit ganz isolirt war, bestanden.

Bei Betrachtung der Trennungslinie, die ich als supernumeräre Sutur gedeutet habe, kann man an eine Fissur denken. Gegen eine am Cadaver erhaltene Fissur zeugen namentlich die nicht verkennbaren Stellen mit Synostose. Gegen eine im Leben des Individuums erhaltene und theilweise wieder geheilte Fissur scheint das fast symmetrische Vorkommen an beiden Seiten und das Unverletztsein der übrigen Gesichtsknochen zu sprechen, das mit Fissuren an dem Processus zygomaticus beider Oberkiefer kaum einhergehen kann. Ist aber die Trennungslinie wirklich eine Sutur dann müsste man an eine Bildungsabweichung denken, und annehmen: „die Knochenstücke, welche nur einer Partie der „Piece malaire" nach A. Rambaud und Ch. Renault[1]) entsprechen, hätten sich

1) Origine et développement des os. Paris 1864. 8. pag. 151. — Atlas. Pl. 12. Figur 2. B. c.

aus accidentellen Ossificationspunkten entwickelt und in Folge von Bildungshemmung zeitlebens erhalten.

II. Ungewöhnliche Grube auf der Pars incisiva der Processus alveolares beider Oberkiefer (Fig. 2).

Zu sehen in meiner Sammlung an dem Schädel eines jungen Mannes aus der Maceration vom Jahre 1871/72.

Die Apertura pyriformis der Nasenhöhle ist deform, weil deren rechte Hälfte um 3 Mm. niedriger, (durch Aufsteigen der Pars incisiva des Processus alveolaris des Oberkiefers der betreffenden Seite), aber dafür um 3 Mm. weiter ist. Dieselbe ist am unteren Umfange durch sehr erhabene scharfe Cristae der Partes incisivae der Processus alveolares der Oberkiefer, namentlich jener der rechten Seite, die 3—5 Mm. hoch ist und knapp hinter sich die Apertura superior canalis incisivi hat, verlegt.

Die Processus alveolares der Oberkiefer sind ungewöhnlich hoch. Die Höhe der Pars incisiva des Processus alveolaris in einer von dem Septum der Alveoli der Schneidezähne gezogenen verticalen Linie beträgt am rechten Oberkiefer 2·7 Cm., am linken Oberkiefer 2·4 Cm.

Unter jeder Hälfte der Apertura pyriformis befindet sich eine ganz ungewöhnliche Grube. Die rechte grosse Grube (b) ist fast oval. Sie reicht von der Spina nasalis anterior bis zu einem von dem Alveolus des Eckzahnes aufsteigenden Kamm, welcher am Rande der Apertura pyriformis 8—10 Mm. über deren unterem Umfange endet, auswärts, bis zum unteren Drittel der Höhe der Pars incisiva des Processus alveolaris abwärts und liegt vor dem oberen Theile der Alveoli der Schneidezähne und über diesen und über dem Alveolus des Eckzahnes. Ihre Weite beträgt in verticaler Richtung: 1·5—1·8 Cm., in transversaler Richtung: 2 Cm., ihre Tiefe: 8 Mm. Die linke kleine Grube (b') ist halbmondförmig. Sie nimmt etwas mehr als das obere Viertel der Höhe der Pars incisiva des Processus alveolaris ein und liegt 5 Mm. aufwärts von den Iuga alveolaria der Schneidezähne. Ihre Weitebeträgt in verticaler Richtung: 7 Mm., in

transversaler Richtung: 1·4 Cm.; ihre Tiefe ist nicht beträchtlich.

Die die Gruben scheidende grosse Spina nasalis anterior (a) ist 12 Mm. hoch und ragt 9 Mm. weit hervor.

Mir sind solche grosse und tiefe Gruben auf der Pars incisiva der Processus alveolares der Oberkiefer und eine so starke Spina nasalis anterior, wieim beschriebenen Falle, an noch anderen Schädeln nicht zur Beobachtung gekommen, auch weiss ich nicht, dass ähnliche Gruben und eine ähnliche starke Spina nasalis anterior von Anderen erwähnt worden wären. Das Vorkommen derartiger grosser Gruben und einer derartigen grossen Spina nasalis anterior ist daher jedenfalls ein sehr seltenes.

III. Die Pars incisiva des Processus alveolaris des linken Oberkiefers eines Mannes bis auf eine vom Septum alveolare zwischen dem äusseren Schneidezahn und dem Eckzahn gebildete niedrige Brücke ein isolirtes Stück. — Os incisivum s. intermaxillare sinistrum — (Fig. 3, 4).

Zu sehen in meiner Sammlung an dem Schädel eines Mannes mittlerer Jahre, den ich aus der Maceration vom Jahre 1852/53 erhalten hatte.

Die Apertura pyriformis ist ganz deform (Fig. 3). Ihre linke Hälfte ist nämlich nach unten um 1 Cm. länger und in der Höhe der Spitze der Spina nasalis anterior auch um 5 Mm. weiter als die rechte, wenn auch die linke Nasenhöhlenhälfte in Folge der Krümmung des Septum narium osseum nach links enger ist als rechts. Die Apertura pyriformis ist in der Medianlinie 2·8 Cm. hoch. Während aber ihre rechte Hälfte 3·2 Cm. hoch und bis 1·5 Cm. weit ist, beträgt an der linken Hälfte derselben die Höhe 4·2 Cm. und die Weite bis 2 Cm.

Die abnorme Verlängerung der linken Hälfte der Apertura pyriformis nach unten ist durch einen auf Kosten der Pars incisiva des Processus alveolaris des linken Oberkiefers (a) gebildeten Ausschnitt von grosser Tiefe und Weite (b) bedingt. Der spitzwinkelige Ausschnitt ist aussen

von einem concaven abgerundeten Rande, der sich in den vorderen Rand des Oberkiefers fortsetzt, innen von einem mit zwei Ausbuchtungen versehenen, gleichfalls abgerundeten Rande begrenzt, wovon die obere Ausbuchtung an der linken Semicrista incisiva liegt. Die Spitze des Ausschnittes sitzt über dem 1·1 Cm. hohen Septum zwischen dem 0·9—1 Cm. tiefen Alveolus für den äusseren Schneidezahn und dem 1·8—2 Cm tiefen Alveolus für den Eckzahn, also aus- und 1—2 Mm. aufwärts von der geschlossenen Spitze des ersteren, ein- und 7—9 Mm. abwärts von der Spitze des letzteren. Die Tiefe des Ausschnittes beträgt in verticaler Richtung: 1—1·1 Cm., wovon 6—7 Mm. auf den der unteren Ausbuchtung des inneren Randes entsprechenden Abschnitt kommen, die Weite oben: 1·4 Cm. und 4—5 Mm. weiter unten, in der Höhe des Vorsprunges des inneren Randes, zwischen dessen beiden Ausbuchtungen: 9 Mm.

Die Höhe der Gesichtsfläche der Pars incisiva des Processus alveolaris des rechten Oberkiefers beträgt am inneren Ende 2·5 Cm., am Alveolus des inneren Schneidezahnes 2 Cm., am Septum zwischen den Alveoli der Schneidezähne und am Alveolus des äusseren Schneidezahnes je 2·3 Cm., am Septum zwischen dem äusseren Schneidezahn und dem Eckzahn 2·6 Cm., des linken Oberkiefers an dem inneren Ende 2·5 Cm., am Alveolus des inneren Schneidezahnes 1·4 Cm., am Septum der Schneidezähne 1·8 Cm., am Alveolus des äusseren Schneidezahnes 1·2 Cm., am Septum zwischen den Alveoli des äusseren Schneidezahnes und des Eckzahnes 1·1 Cm.

Die linke Pars incisiva (a) ist daher nur am inneren Ende so hoch wie die rechte. Am Alveolus des inneren Schneidezahnes und Septum der Schneidezähne um 5—6 Mm., am Alveolus des äusseren Schneidezahnes um 1·1 Cm. und am Septum zwischen den Alveoli des äusseren Schneidezahnes und des Eckzahnes, also am äusseren Ende, sogar um 1·5 Cm. (etwa um $^3/_5$) niedriger als die rechte.

In der rechten Nasenhöhlenhälfte am Boden derselben neben der Semicrista incisiva und 12 Mm. rückwärts von

der Spitze der Spina nasalis anterior ist, wie in der Norm, die Apertura superior canalis incisivi der rechten Seite und gleich dahinter die Apertura superior canaliculi pro nervo naso-palatino dextro zu sehen. Beide Canäle sind bis zu ihren unteren Enden von einander getrennt und münden jeder mit einer besonderen Apertura inferior über dem inneren und hinteren Ende der grossen spaltförmigen Apertura inferior der Lacuna incisiva sinistra mit dieser am Gaumen. In der linken Nasenhöhlenhälfte, 7—8 Mm. rückwärts vom vorderen Rande der Semicrista incisiva, neben dieser und gleich hinter dem anomalen Ausschnitte an der Pars incisiva des Processus alveolaris und vor dem abgerundeten vorderen Rande des Processus palatinus des linken Oberkiefers ist deren Boden von der Apertura superior einer Lacuna incisiva sinistra (c) eingenommen.

Die Lacuna incisiva sinistra hat folgende Eigenschaften. Sie bildet einen von vorn und innen nach hinten und aussen etwas comprimirten, nach unten, namentlich in schräg sagittaler Richtung, trichterförmig sich verengernden, sehr weiten rhomboidalen Kanal. Die vordere innere Wand stellt die Pars incisiva, die vordere äussere Wand das vordere Ende der Pars posterior des Processus alveolaris des Oberkiefers, die hintere innere Wand das innere Ende der Pars incisiva, welche die hintere Partie der Semicrista incisiva trägt, und die hintere äussere Wand der vordere Rand des Processus palatinus des Oberkiefers dar. Von den vier Winkeln sind der vordere äussere und der hintere innere die spitzigeren. Im hinteren inneren Winkel der Lacuna steigt von dem hinteren inneren Ende der Apertura inferior durch die Apertura superior zwischen die Semicrista incisiva et nasalis eine feine Sutur oder Fissur (α) aufwärts, welche auch das innere Ende der Pars incisiva des Processus alveolaris vom Processus palatinus scheidet. Die Apertura superior s. nasalis in der Nasenhöhle hat eine rhomboidale Gestalt und ist in der Richtung von vorn und aussen nach hinten und innen weiter als in der anderen, diese kreuzenden Richtung. Die Apertura inferior s. palatina (d) ist eine parallelogramme Spalte, welche

in der Sutura palatina longitudinalis, entsprechend dem hinteren und inneren Winkel der Lacuna, beginnt, schräg vor- und auswärts verläuft und am Septum alveolare zwischen dem äusseren Schneidezahn und dem Eckzahn, entsprechend dem vorderen äusseren Winkel der Lacuna, endet. In und über dem hinteren inneren Ende der Apertura palatina der Lacuna incisiva sinistra münden der Canalis incisivus, Canaliculus nervi naso-palatini der rechten Seite. Die Apertura superior ist in der Richtung vom vorderen äusseren zum hinteren inneren Winkel 11 Mm., in der Richtung vom vorderen inneren zum hinteren äusseren Winkel 9 Mm. weit. Die Lacuna hat am oberen Theile dieselbe Weite, gegen ihr unteres Ende aber verengert sie sich, namentlich in der Richtung von vorn und innen nach hinten und aussen. Dieselbe ist am vorderen äusseren Winkel 6 Mm., am hinteren inneren Winkel 8 Mm., an den anderen Wänden bis 12 Mm. hoch. Die spaltenförmige Apertura inferior, welche durch eine Lücke am Septum der Alveoli der Schneidezähne in einen äusseren vorderen kleinen und in einen inneren hinteren grossen Abschnitt geschieden ist, hat in der schrägen Richtung, von aussen und vorn nach hinten und innen, eine Länge von 9—10 Mm. und in der anderen Richtung eine Weite von 3 Mm.

Bedeutung. Die Lacuna incisiva am linken Oberkiefer nimmt die Stelle des Canalis incisivus und der Sutura s. Fissura incisiva palatina und der tiefe Ausschnitt zwischen der Pars incisiva und der Pars posterior des Processus alveolaris, die Stelle der Sutura s. Fissura incisiva facialis ein. Denkt man sich von diesem Ausschnitte abwärts den Processus alveolaris, der hier nur noch 1·1 Cm. hoch ist, getheilt; so würde man die Pars incisiva des Processus alveolaris des linken Oberkiefers ganz isolirt und ein allseitig geschiedenes Os incisivum s. intermaxillare sinistrum vor sich haben, wie ein solches in der früheren Zeit des Foetallebens wirklich existirt und in Folge von Bildungshemmung in der späteren Zeit des Foetallebens und auch nach der Geburt z. B. beim Labium leporinum sinistrum, welches durch gleichzeitige Spaltung des Processus alveolaris complicirt ist, vorkommen kann.

Unser Fall repräsentirt somit ein zeitlebens bestandenes Os incisivum s. intermaxillare sinistrum, welches nur noch durch eine niedrige Brücke mit dem Processus alveolaris verschmolzen ist, also eine Missstaltung, welche in nicht völligem Stehenbleiben auf einer normalen embryonalen Stufe begründet ist.

IV. Processus accessorii der Oberkiefer zur Vervollständigung des hinteren Randes des knöchernen Gaumens wegen zu kurzer Partes horizontales der Gaumenbeine beim Menschen. — Gorilla-Bildung. — (Fig. 5.)

Zu sehen in meiner Sammlung an dem Schädel eines Knaben, bei welchem der erste linke Milchbackenzahn noch nicht ausgefallen ist. Der Schädel rührt aus der Maceration im Jahre 1852/53 her.

Die Partes horizontales (b, b') der Gaumenbeine haben mehr die Gestalt am Ende abgerundet dreiseitiger oder vierseitiger Platten. Sie sind abnorm schmal, namentlich an ihrem inneren Ende, und, was besonders merkwürdig, abnorm kurz. Die Länge eines jeden beträgt nur 12 Mm. und die Breite aussen neben den Foramina palatina posteriora 8 Mm., am inneren Ende 4 Mm. Jede steht 5 Mm. von der Sutura palatina longitudinalis ab.

Jeder Processus palatinus der Oberkiefer schickt von dem inneren Drittel des hinteren Randes, oder vom hinteren Rande eines Winkels einen anomalen Processus accessorius (a, a') ab. Jeder Processus accessorius ist länglich-vierseitig, rückwärts von aussen und hinten und innen und vorn etwas schräg abgeschnitten, also nicht in eine Spina ausgezogen. Beide Processus sind nur klein und von gleicher Grösse. Die Breite eines jeden beträgt in sagittaler Richtung 4 Mm. und in transversaler Richtung 5 Mm. Sie füllen den Raum, welchen die zu kurzen Partes horizontales der Gaumenbeine am hinteren Rande des knöchernen Gaumens übrig lassen, aus, ersetzen somit die fehlenden Endstücke der Partes horizontales der Gaumenbeine.

Am knöchernen Gaumen gehen die Hälften der Sutura transversa nicht ineinander über, sondern jede biegt, 5 Mm. von der Sutura longitudinalis entfernt, nach rückwärts in einen kurzen sagittalen Schenkel um, der fast parallel mit letzterer verläuft. Der hintere Rand wird an dem grösseren seitlichen Drittel (jedes 12 Mm. lang) von den Partes horizontales der Gaumenbeine, an dem kleinen mittleren Drittel (10 Mm. lang) von den Processus accessorii der Oberkiefer gebildet. An demselben sind statt zweier Ausschnitte der Norm drei seichte zu bemerken. Der mittlere Ausschnitt (α), welcher die Stelle der mangelnden Spina nasalis posterior einnimmt, ist winkelig, die seitlichen (β, β') sind seichte Ausbuchtungen.

Die beschriebene Anomalie ist jedenfalls eine grosse Seltenheit. Auch nach J. Fr. Meckel[1]) verlängert sich der Processus palatinus des Oberkiefers bisweilen (??) ungewöhnlich nach hinten, so dass er sogar den hinteren Stachel bildet.

Bedeutung. Der beschriebene Fall wenigstens stellt beim Menschen eine Bildung ganz ausnahmsweise dar, wie sie in der Regel, vielleicht constant, beim Gorilla vorkommt. Bei Duvernoy[2]) und bei R. Owen[3]) erwähnt man über die Anordnung des hinteren Randes des knöchernen Gaumens beim Gorilla nichts. An einer Schädelbasis dieses Thieres, welche R. Owen[4]) später abgebildet hat, vereinigen sich die Partes palatinae der Gaumenbeine an der Sutura palatina longitudinalis des knöchernen Gaumens und bilden dessen hinteren ausgebuchteten Rand. Nach Th. L. Bischoff[5]) aber ist der

1) Handbuch der menschlichen Anatomie. Bd. 2. Halle und Berlin. 1816. S. 132, 135. §§. 587, 592.

2) „Des charactères anatom. des grands singes pseudoanthropomorphes." — Arch. du Museum d'hist. nat. Tom. VIII. Paris. 1855—1856. 4.

3) Memoir of the Gorilla. London 1866. 4.

5) On the anatomy of Vertebrates. Vol. IV. London 1866. 8. p. 538. Fig. 359.

5) „Ueber die Verschiedenheiten in der Schädelbildung des Gorilla, Chimpanse, und Orang-Outang. München 1867. 4. S. 47, 59, 65, 69, 72; Atlas Fol. Tab. XVI. (Fig. 16), Tab. XXI (Fig. 25).

hintere Rand des knöchernen Gaumens beim Gorilla meistens mehr oder weniger tief eingeschnitten, besitzt eine Incisur oder ist wenigstens concav ausgerandet; während er beim Chimpanse in der Mitte immer eine Spina besitzt, beim Orang-Outang nie eine so deutliche Incisur wie beim Gorilla und nie eine so einfache Spina wie beim Chimpanse aufweiset, selten ganz gerade, nur bisweilen fast ganz gerade ist, meistens in der Mitte entsprechend der Sutura palatina longitudinalis, mit einer Einkerbung und daneben jederseits mit einer geringen Hervorragung versehen, also im Allgemeinen wellenförmig ist.

An dem alten weiblichen Gorilla-Schädel in Bischoff's Atlas, Fig. 16, sind die zwischen die Partes horizontales der Gaumenbeine geschobenen Processus accessorii der Processus palatini der Oberkiefer 16 Mm. lang, am Abgang 7 Mm. und am Ende, am hinteren Rande des knöchernen Gaumens 3 Mm. breit; an dem jungen weiblichen Gorilla-Schädel stehen die Partes horizontales der Gaumenbeine an den vorderen Ecken ihres Endes 13 Mm., an den hinteren Ecken desselben 6 Mm. von einander ab. An die in der Richtung von vorn und aussen nach hinten und innen schräg abgestutzten, etwa 5 Mm. breiten Enden dieser Partes horizontales der Gaumenbeine legen sich die dreieckigen, etwa 3 Mm. in sagittaler Richtung und 5 Mm. in transversaler Richtung breiten Processus accessorii der Processus palatini der Oberkiefer mit ihrem äusseren Rande an. Zwischen diesen Processus befindet sich eine etwa 6 Mm. tiefe und weite spitzwinklige Incisur. — Vergleicht man mit dem Verhalten beim jungen weiblichen Gorilla-Schädel das Verhalten des Knaben-Schädels, so lässt sich eine Analogie beider, in Hinsicht der zwischen die Partes horizontales der Gaumenbeine geschobenen Processus accessorii der Processus palatini der Oberkiefer und in Hinsicht des mittleren Ausschnittes am hinteren Rande des knöchernen Gaumens nicht verkennen. Unser ganz ausnahmsweise vorgekommene Fall beim Menschen repräsentirt daher eine Bildung, wie eine solche beim Gorilla constant oder doch in der Regel angetroffen wird.

V. Zwei durch supernumeräre Suturae arcuatae gesonderte Gaumenplatten beim Menschen. (Fig. 6.)

Beobachtung an einem jungen männlichen Schädel aus der Maceration vom Jahre 1855/56, der sich früher in meiner Sammlung befunden hatte.

Am knöchernen Gaumen waren ausser den gewöhnlichen Suturen, die der Sutura longitudinalis, der S. incisiva und transversa jeder Seite, noch zwei supernumeräre Suturae arcuatae (α, α') zu bemerken.

Die Suturae arcuatae lagen fast symmetrisch in der vorderen Hälfte des knöchernen Gaumens. Jede begann in der Sutura incisiva an dem Winkel, welchen diese neben dem Septum alveolare zwischen dem äusseren Schneidezahn und dem Eckzahn mit dem Processus alveolaris bildete. Jede verlief im Processus palatinus ihrer Seite geschlängelt und in der Richtung eines mit der Convexität gegen den Processus alveolaris gekehrten Bogens, der rechts bis 8 Mm., links bis 7 Mm. von der Sutura longitudinalis sich entfernte, nach rückwärts, um in der letzteren, 7 Mm. vor der Sutura transversa, zu enden. Die rechte Sutura arcuata (α) beschrieb einen etwas grösseren Bogen als die linke und machte auch vor ihrer Endigung in der Sutura longitudinalis, gegenüber der linken, noch eine kleine Excursion nach rückwärts, war daher etwas länger als die linke.

Durch die supernumerären Suturae arcuatae wurden von den Processus palatini der Oberkiefer die Stücke (a, a'), welche hinter den S. incisivae, etwa deren vordere drei Viertel einnahmen und durch die S. longitudinalis von einander geschieden waren, auch seitlich abgegrenzt. Jedes Stück war halboval oder dreieckig, mit der geraden Seite in der S. longitudinalis zum Stücke der anderen Seite gekehrt. Beide Stücke beschrieben einen Rhombus, der am vorderen Winkel, an den S. incisivae, abgestutzt, an den vorderen seitlichen Rändern etwas eingebogen war. Das rechte Stück hatte eine Länge von 2 Cm. und eine Breite von 8 Mm.; das linke Stück war um 2 Mm. kürzer und um 1 Mm. schmäler; beide durch die

S. longitudinalis geschiedenen Stücke waren somit fast gleich gross.

Ob diese, am knöchernen Gaumen durch die Sutura longitudinalis von einander, durch die S. incisivae und supernumerären S. arcuatae von den Processus palatini der Oberkiefer deutlich abgetrennten Platten auch bis in die Nasenhöhlen aufwärts abgesondert waren oder nicht, hatte ich wegen nöthiger Schonung des Schädels zu untersuchen unterlassen, hatte aber vermuthen dürfen, dass völlige Isolirung derselben wenigstens in früherer Zeit bestanden habe.

St. Petersburg am 27. Febr. (11. März) 1873.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Schädel eines Erwachsenen. (Vordere Ansicht, 1/2 der natürl. Grösse.)

- a. Endstück des Processus zygomaticus des rechten Oberkiefers besonderer Knochen.
- a'. Vordere Platte des Processus zygomaticus des linken Oberkiefers besonderer Knochen.
- α α'. Supernumeräre Suturen der Processus zygomatici der Oberkiefer.

„ 2. Gesichtstheile des Schädels eines Mannes (Ansicht von rechts und vorn, 1/2 der natürlichen Grösse).

- a. Spina nasalis anterior.
- b, b'. Gruben an der Pars incisiva der Processus alveolares der Oberkiefer.

„ 3. Gesichtstheil des Schädels eines Mannes (Ansicht von vorn und links, 1/2 der natürlichen Grösse).

„ 4. Gaumen desselben Schädels (3/7 der natürlichen Grösse) Bezeichnung für beide Figuren.

- a. Pars incisiva des Processus alveolaris des linken Oberkiefers, die nur noch durch eine dem Septum alveolare zwischen dem äusseren Schneide- und dem Eckzahn angehörige Brücke mit dem Oberkiefer verschmolzen ist — nicht völlig geschiedenes Os incisivum s. intermaxillare sinistrum.
- b. Grosser Ausschnitt auf Kosten der Pars incisiva des processus alveolaris des linken Oberkiefers, in den sich

die linke Hälfte der Apertura pyriformis der Nasenhöhle verlängert.

c. Apertura superior s. nasalis und oberer Theil der grossen Lacuna incisiva, zwischen der Pars incisiva des Processus alveolaris und dem Processus palatinus des linken Oberkiefers.

d. Apertura inferior s. palatina derselben Lacuna.

α. Feine Sutur oder Fissur zwischen der Semicrista incisiva und Semicrista nasalis, welche von dem hinteren inneren Ende der Apertura inferior s. palatina am hinteren inneren Winkel der Lacuna incisiva aufsteigt.

β, γ, δ. Alveoli des inneren und äusseren Schneidezahnes und des Eckzahnes des linken Oberkiefers.

Fig. 5. Knöcherner Gaumen eines Knaben.

a, a'. Processus accessorii der Processus palatini der Oberkiefer.

b, b'. Partes horizontales der Gaumenbeine.

α. Mittlerer von den Enden der Processus accessorii der Processus palatini der Oberkiefer gebildeter seichter Ausschnitt am hinteren Rande des knöchernen Gaumens.

β, β'. Seitliche von den hinteren Rändern der Partes horizontales der Gaumenbeine gebildete seichte Ausbuchtungen am hinteren Rande des knöchernen Gaumens.

„ 6. Knöcherner Gaumen.

a. Rechte Gaumenplatte.

a'. Linke Gaumenplatte.

α. Rechte supernumeräre Sutura arcuata.

α'. Linke supernumeräre Sutura arcuata.

Ueber den an der Schläfenfläche des Jochbeines gelagerten Kiefer-Schläfenbogen — Arcus maxillo — temporalis intra-jugalis — beim Menschen (Thierbildung);

nebst

Nachträgen zum zweigetheilten Jochbeine — Os zygomaticum bipartitum — ohne oder mit Vorkommen des Kiefer-Schläfenbogens.

Von

Dr. Wenzel Gruber.

Professor der Anatomie in St. Petersburg.

(Hierzu Taf. V.)

Ich habe in einer Schrift[1]) bereits über zwei Schädel berichtet, in welchen mit Ossa zygomatica bipartita zugleich Arcus maxillo-temporales intra-jugales vorkommen. An einem Schädel sind beide, Os zygomaticum bipartitum und Arcus, an beiden Seiten, an dem anderen Schädel aber ist der Arcus an beiden Seiten, das Os zygomaticum bipartitum nur an der linken Seite zugegen.

Dort habe ich bemerkt, dass der Arcus auch beim einachem Jochbeine vorgekommen sei. Ueber derartige

1) W. Gruber: Monographie des zweigetheilten Jochbeines — Os zygomaticum bipartitum — bei dem Menschen und den Säugethieren; und Bericht über die Leistungen des Institutes für praktische Anatomie an der medico-chirurgischen Academie in St. Petersburg i. d. J. 1868/69—1871/72. Wien 1873. 4. (Schädel Nr. 3 und 5.)

Fälle werde ich nun in diesem Aufsatze Mittheilungen machen.

Unter der Masse von Schädeln meiner Sammlung wurde bei nochmaliger Durchmusterung noch ein Schädel gefunden, welcher das Os zygomaticum bipartitum an beiden Seiten aufweiset, und ein anderer Schädel, welcher das Os zygomaticum bipartitum ebenfalls an beiden Seiten, aber zugleich damit an der linken Seite den Arcus besitzt. Darüber werde ich im Anhange dieses Aufsatzes handeln.

I. Ueber den Arcus maxillo-temporalis intra-jugalis bei einfach vorkommendem Jochbeine.

1. Spina zygomatica externa (zygomatico-temporalis) des Processus zygomaticus des Oberkiefers. (Fig. 1, 2, 3.)

Ausser der constanten Spina zygomatica interna[1]) des Processus zygomaticus des Oberkiefers, giebt es noch eine unconstante Spina zygomatica externa.

Die Spina zygomatica interna steigt von der hinteren oberen Ecke und von der hinteren Crista der dreieckigen, sehr vertieften und gezackten Fläche des Processus zygomaticus aufwärts. Sie ist in der Regel mit ebenen Flächen, von der Augenhöhle und Schläfengrube aus, zu sehen. Sie verbindet sich bald nur mit dem Jochbeine, bald mit diesem und zugleich mit dem unteren Theile des vorderen Randes des grossen Keilbeinflügels, entweder unmittelbar oder durch Zwickelbeine mittelbar. Bei letzterer Verbindung schliesst sie das Jochbein von der Bildung der Fissura infraorbitalis aus, im ersteren Falle aber hilft sie mit dem Jochbeine das vordere Ende dieser Fissur begrenzen. Ich hatte längst mitgetheilt, dass Beides gleich häufig vorkomme.[2]) Wenn die

1) J. Henle, Handbuch der Knochenlehre des Menschen. Braunschweig 1855. 8. S. 164.

2) W. Gruber, Abhandlungen aus der menschlichen und vergleichenden Anatomie. St. Petersburg. 1852. 4. Abhandlung VII. Art. V. S. 116.

Spina zygomatica interna auch mit dem Keilbeine eine Verbindung eingeht, so wird sie zur Spina zygomatico-sphenoidalis. — Der Processus zygomaticus des Oberkiefers weiset daher eine Spina zygomatica interna auf, welche nach den Verbindungen, die sie eingeht, bald eine Spina zygomatica, bald eine Spina zygomatico-sphenoidalis ist.

Die Spina zygomatica externa — mihi — (α) geht ebenfalls von der hinteren Crista des Processus zygomaticus des Oberkiefers und zwar von der Mitte ihrer Länge oder über derselben und, beim zweischenkligen Vorkommen der Crista, an der Stelle derselben ab, wo der obere horizontal oder schräg gestellte Schenkel in den unteren schräg oder vertical gestellten Schenkel übergeht. Sie steht hinter dem Jochbeine in dieses eingelagert oder doch angelagert in sagittaler Richtung nach rückwärts oder rück- und etwas aufwärts, und ist nur von der Schläfengrube aus zu sehen. Ihre Gestalt ist die einer immer etwas gekrümmten, gewöhnlich dreiseitigen, bisweilen vierseitigen oder zungenförmigen, gegen ihr Ende gewöhnlich zugeschärften Platte oder platten Zacke mit einer äusseren vorderen, convexen, rauhen, meistens mit Zacken und Riffen besetzten Jochbein- und einer inneren hinteren, concaven und ebenen Schläfenfläche, mit einem oberen und unteren, gewöhnlich ausgebuchteten und gezähnelten Rande und mit einem bald spitzen, bald stumpfen abgerundeten, oder (vertical oder schräg abgestutzten), bisweilen zwei- oder mehrfach zackigen oder in einen schmalen Stiel ausgezogenen Ende. Sie ist verschieden lang und an ihrem Abgange in der Regel beträchtlich breit; im Allgemeinen breiter als die Spina zygomatica des Schläfenbeines, aber gewöhnlich kürzer als diese. Von der Spina zygomatica interna ist sie bald durch eine verschieden weite und tiefe Ausbuchtung, bald durch einen spitz- oder stumpfwinkligen drei- oder vierseitigen Ausschnitt geschieden. Sie wird oft durch einen winkligen Vorsprung ersetzt oder fehlt ganz. Selbst unter 100 Schädeln mit verschieden grosser Annäherung zur ihr entgegenkommenden Spina zygomatica des Processus zygomaticus des Schläfenbeines war sie nur an mehr als der Hälfte der Seiten ($^{11}/_{20}$) zugegen, an $^1/_4$ derselben durch einen Winkel substituirt und

an $^{1}/_{5}$ derselben nicht vorhanden, während die Spina zygomatica des Processus zygomaticus des Schläfenbeines in allen oder fast in allen solchen Fällen zugegen war. Zu ihrer Verbindung mit der Schläfenfläche des Jochbeines ist dieses mit einer rauhen, zackigen, grubigen, bisweilen gerifften, beträchtlich grossen und nicht unbeträchtlich tiefen, gewöhnlich dreieckigen Stelle oder Rinne oder Grube (Fig. 4c.) versehen. Wenn dieselbe die Spina zygomatica des Schläfenbeines erreicht, so wird sie zur Spina zygomatico- temporalis. — Der Processus zygomaticus des Oberkiefers weiset daher auch eine Spina zygomatica externa auf, welche nach den Verbindungen, die sie eingeht, bald eine Spina zygomatica bald eine Spina zygomatico-temporalis ist. —

2. Spina zygomatica (zygomatico-maxillaris) des Processus zygomaticus des Schläfenbeins. (Fig. 2, 3, 5, 6, 7.)

Vom Ende des Processus zygomaticus des Schläfenbeines kann ebenfalls eine unconstante Spina zygomatica (β) abgehen und an der Schläfenfläche des Jochbeines in dieses ein- oder angelagert Platz nehmen. Sie tritt häufiger als die Spina zygomatica externa des Oberkiefers, etwa in $^{1}/_{16}$ d. F., auf. Ihre Gestalt ist bald die einer spitzen oder abgerundeten oder abgestutzten, seitlich comprimirten dreiseitig-pyramidalen Zacke; bald die einer spitzen oder abgerundeten, vertical oder schräg abgestutzten dreiseitigen oder länglich-vierseitigen, oder zungenförmigen oder noch anders gestalteten Platte; bald und bisweilen die eines gestreckten oder geschlängelten ganz schmalen Streifchens oder Stieles. Dieselbe ist oft durch longitudinale Ritzen, namentlich nach ihrem Ursprunge, durchbrochen, in welche Zacken und Riffe des Jochbeines sich einschieben, die darin an der Schläfenfläche wie Inselchen erscheinen. Die äussere und untere Fläche oder Jochbeinfläche, falls letztere vorhanden, ist rauh, gern gerifft, die innere oder Schläfenfläche ist eben. Die Ränder sind bald gezackt bald nicht. Die Spitze oder das Ende weiset bald Zacken, selbst lange, auf, bald nicht. Sie kann in einen schmalen Streifen oder Stiel ausgezogen sein. Die Länge, Breite und Dicke variiren. Die

Länge war unter 200 Fällen, in welchen sie den Oberkiefer noch nicht erreicht hatte, an 14 auf 10—14 Mill. gestiegen; die Breite wurde 0·5 oder 1 Mm. aber auch 6—9 Mm. am Abgange angetroffen; die Dicke variirte, war aber gewöhnlich eine beträchtliche. Zu ihrer Aufnahme ist an der Schläfenfläche des Jochbeines eine rauhe zackige, namentlich geriffte, meistens dreieckige Stelle oder Rinne oder Grube (Fig. 4 c') vorhanden, die gewöhnlich tiefer als die für die Spina zygomatica externa des Oberkiefers ist und bisweilen Blindkanäle zur Aufnahme der Zacken aufweiset. Verbindet sich die Spina zygomatica des Schläfenbeines mit der Spina zygomatica externa des Oberkiefers, so ist dieselbe eine Spina zygomatico-maxillaris.

3. Näherung verschiedenen Grades des Oberkiefers und des Schläfenbeines an der Schläfenfläche des Jochbeines durch das Vorkommen einer Spina zygomatica externa am Processus zygomaticus des Oberkiefers und einer Spina zygomatica am Processus zygomaticus des Schläfenbeines. (Fig. 2, 3, 5, 6, 7.)

Die Processus zygomatici des Oberkiefers und des Schläfenbeines, wenn denselben die oben angegebenen Spinae mangeln, stehen von einander an die Schläfengrubenseite in der Regel so weit ab, als das Jochbein an seiner Schläfenseite breit ist. Der Abstand misst 16—24 Mm. Wenn dieser, trotz des Mangels beider Spinae, auf 9 Mm. bei Knaben sinkt, oder, trotz des Vorhandenseins der Spina am Oberkiefer auf 12—16 Mm. bei Erwachsenen und auf 8—9 Mm. bei Knaben steigt, so sind solche Abstände nur Ausnahmen.

Durch Vorkommen beider Spinae oder einer derselben tritt Annäherung jener Processus an der Schläfenseite des Jochbeines ein. Ich liess aus meiner Collection von nahe 4,000 Schädeln jene mit der angegebenen Annäherung versehenen heraussuchen. Es wurden solcher Schädel ungefähr 250 gefunden. Annäherung der Processus zygomatici kommt daher etwa in $^1/_{16}$ d. F. vor. Die Annäherung wird bald durch beide Spinae (Fig. 2. 3. 5.), bald durch eine (Fig. 6. 7.)) derselben, namentlich und vorzugsweise durch ab-

norme Verlängerung der Spina des Schläfenbeines (β) bewirkt. Bei Näherung beider Spinae oder im Falle des Mangels einer derselben, Näherung der anderen zum gegenüberstehenden Processus, ist der Abstand, nach einer Masse von Messungen, sehr verschieden gefunden worden. Das Maximum betrug 15 Mm., das Minimum 0·75—1 Mm. (Fig, 6. 7). Es war in einer Reihe von Schädeln namentlich bei dem Abstande von 0,75—1 Mill., wovon mehrere vor mir liegen, fast zur Verbindung des Processus zygomaticus des Oberkiefers und des Schläfenbeines an der Schläfenfläche des Jochbeines, also fast zur Bildung der Junctura s. Arcus maxillo-temporalis intra-jugalis gekommen.

4. Lineare Furche an der Schläfenfläche des Jochbeines.
(Figur 8.)

An der Schläfenfläche des Jochbeines kann eine lineare Furche (d) vorkommen, die einen sagittalen Verlauf nimmt. Sind die Spinae vorhanden, so erstreckt sie sich von der Spitze der einen zur Spitze der anderen oder darüber oder darunter. Unter 100 Schädeln, an welchen ich die Häufigkeit des Vorkommens der Furche ausmittelte, fand ich diese an 43, also etwa $^2/_5$ der Fälle. Diese Furche, welche bisweilen wie eine Ritze aussieht, verläuft in einer Linie, in welcher die Trennung des zweigetheilten Jochbeines in seine beiden secundären Stücke vor sich geht, und der Rinne für die Lagerung der Junctura s Arcus maxillo-temporalis. Sie sieht wie eine Gefässfurche aus, kann aber vielleicht der Rest der Partition aus früherer Zeit sein.

5. Verbindung der zur Spina zygomatico-temporalis entwickelten Spina zygomatica externa des Processus zygomaticus des Oberkiefers mit der zur Spina zygomatico-maxillaris entwickelten Spina zygomatica des processus zygomaticus des Schläfenbeines an der Schläfenfläche des Jochbeines zum Kiefer-Schläfenbogen — Arcus maxillo-temporalis intrajugalis —. (Fig. 9. 10. 12. 13.)

Ich kenne die Verbindung des Oberkiefers mit dem Schläfenbeine an der Schläfenfläche des einfach vorkommenden, also

normalen Jochbeines durch einen Arcus seit mehr als 20 Jahren und besitze in meiner Sammlung 17 damit versehene Schädel, deren Beschreibung im Nachstehenden folgt:

1. Fall.

Schädel eines Weibes kleiner Statur mit dem Arcus an beiden Seiten. (Beide Jochbeine sind aus ihrer Verbindung gebracht). (Fig. 9. 10. 11.)

Die Spina zygomatico-temporalis des Oberkiefers (α) ist jederseits, namentlich links, durch einen tiefen Ausschnitt von der Spina zygomatica interna (δ) desselben geschieden. Sie steht aus-, rück- und etwas aufwärts hervor. Sie hat die Gestalt einer dreiseitigen schwach gekrümmten Platte, welche rechts mit zwei Spitzen, wovon nur die obere die Spina zygomatico-maxillaris erreicht (Fig. 10.) links mit einem schräg, von oben und vorn nach unten und hinten, etwas gekrümmt abgestutzten Ende aufhört (Fig. 9.). Die schwach convexe rauhe und gezackte äussere oder Jochbeinfläche ist aus- und etwas vorwärts, die concave, ebene innere oder Schläfenfläche ein- und rückwärts; von den ausgebuchteten Rändern ist einer aufwärts der andere abwärts gerichtet. Die Jochbeinfläche und die beiden Ränder dienen zur Verbindung mit dem Jochbeine; das Ende zur Verbindung mit der Spina zygomatico-maxillaris des Schläfenbeines. Sie ist jederseits: 1 Cm. lang; jederseits am Abgange: 8 Mm., rechts vor der Spitze: 1 Mm. und an dieser: 1·5 Mm., links an der Endhälfte: 3·5 Mm. breit.

Die Spina zygomatico-maxillaris des Schläfenbeines (β') hat die Gestalt einer länglich-vierseitigen Platte mit einer rauhen, gefurchten und convexen Jochbein- und einer ebenen, concaven Schläfenfläche, mit einem oberen etwas convexen und einem unteren concaven Rande und mit einem in schräger Richtung abgestutzten und etwas ausgebuchteten Ende. Sie ist 8·5 Mm. lang; hinten 5—6 Mm., vorn 4 Mm. breit (hoch) und 2 Mm. dick. Sie geht an ihrer Jochbeinfläche und an den beiden Rändern mit dem Jochbeine, an dem Ende mit der Spina zygomatico-temporalis eine Verbindung ein.

Durch die Verbindung beider Spinae entsteht ein-

wärts vom Jochbeine ein in der Mitte schmaler, an den Enden namentlich dem vorderen, breiterer Arcus maxillo-temporalis intra-jugalis (a) von 2 Cc. Länge, der in eine tiefe und breite, rauhe und geriffte von der Sutura zygomatico-maxillaris bis zur Spina zygomatico-temporalis reichende bisquitförmige Furche der Schläfenfläche des Jochbeines (Fig. 11. 6.) sich lagert, um damit durch Harmonie (γ) sich zu vereinigen. Ueber dem Arcus vorn, von ihm 4 Mm. entfernt, ist das Foramen des Canalis zygomatico-temporalis, abwärts von ihm ein elliptisches Stück des Jochbeines von 7 Mm. Höhe zu sehen. Die kurze Naht — Sutura arcus maxillo-temporalis intra-jugalis — zwischen den beiden den Arcus bildenden Spinae ist eine harmonieartige, welche rechts vertical, links in schräger Richtung (von oben und vorn nach unten hinten) gekrümmt verläuft.

Besonderheiten. Es sind an dem Schädel ganz deforme und kleine Nasenbeine zugegen. Sie haben die Gestalt kleiner dreieckiger, oben in lange und schmale, am Ende zugeschärfte Stiele ausgezogener Platten. Die Länge des rechten beträgt: 13 Mm., die des linken: 15 Mm., wovon auf den Stiel von jenem: 6 Mm. an diesem 8 Mm. kommen; die Breite eines jeden am unteren Rande: 8—9 Mm., am Stiele: 1 Mm. Das zugeschärfte Ende des rechten endet: 4 Mm., des linken: 2 Mm. unter dem Stirnbeine. Die Processus nasales der Oberkiefer stossen deshalb an ihren Enden über den Nasenbeinen an einander. Diese deformen Nasenbeine beim Menschen sind ganz ähnlich den Nasenbeinen an dem Schädel eines jungen weiblichen Gorilla, welchen Th. L. Bischoff[1]) abbilden liess.

2. Fall.

Schädel eines jungen Mannes mit dem Arcus auf beiden Seiten. (Der Schädel ist in zwei Hälften getheilt und, aus der rechten Hälfte der Oberkiefer, das Jochbein und der Processus

1) Ueber die Verschiedenheit der Schädelbildung des Gorilla, Chimpanse und Orang-Outang. München 1867. Atlas Fol. Tab. XIX (Fig. 20).

zygomaticus des Schläfenbeines, alle untereinander in Verbindung gelassen, herausgenommen). (Fig. 12.)

Die Spina zygomatico-temporalis des Oberkiefers (α) geht von der hinteren Crista des Processus zygomaticus desselben, 4 Mm. auswärts vom Ursprunge der Spina zygomatica interna, von dieser durch eine weite Ausbuchtung geschieden, und 8 Mm. über deren unterem Ende an der Spitze des Processus, ab. Sie hat eine ähnliche Stellung und eine gleiche Lage in einer Rinne der Schläfenfläche des Jochbeines, wie im vorhergehenden Falle. Sie ist zungenförmig, am Ende in schräger Richtung, von oben und vorn nach hinten und unten, ausgebuchtet. Die Flächen sind so wie in anderen Fällen beschaffen. Der obere Rand ist concav, der untere schwach convex. Sie ist 1 Cm. lang; am Abgange 5—5·5 Mm. am Ende 3·5 Mm. breit

Die Spina zygomatico-maxillaris des Schläfenbeines (β') ist rechts zungenförmig, am Ende abgerundet, links länglich-vierseitig, am Ende zackig. Sie ist 1 Cm. lang; am Ursprunge 7 Mm. am Ende 3·5 Mm. breit.

Die Spinae beider Seiten verbinden sich, rechts durch Harmonie (γ), links durch eine Sutura dentata, zur Bildung von Arcus maxillo-temporales intra-jugales (α) von 2 Cm. Länge an jeder Seite mit gewöhnlicher Lagerung in einer Rinne der Schläfenfläche der Jochbeine.

Das vom Arcus jeder Seite abwärts liegende Jochbeinstück ist halboval und vorn 1 Cm. hoch.

3. Fall.

Schädel eines Mannes mit dem Arcus auf der linken Seite.

Die Spina zygomatico-temporalis des Oberkiefers geht von der hinteren Crista des Processus zygomaticus desselben, 12 Mm. über der Spitze des Processus, geschieden durch eine tiefe und weite Ausbuchtnng von der Spina zygomatica internae, ab. Sie hat die Gestalt einer abgestutzt-dreiseitigen oder länglich vierseitigen Platte von 7 Mm. Länge, 6—7 Mm. Breite am Ursprunge und 4 Mm. am Ende.

Die Spina zygomatico-maxillaris des Schläfenbeines hat eine ähnliche Gestalt; 1 Cm. Länge, 8 Mm. am Abgange und

4 Mm. am Ende Breite. Die Verbindung der Spinae zum Arcus maxillo-temporalis intra-jugalis, von 17 Mm. Länge, geht durch eine Sutura dentata und die des Arcus mit dem Jochbeine wie gewöhnlich vor sich. Ueber seinem vorderen Ende liegt, davon 4 Mm. entfernt, das Foramen des Canalis zygomatico-temporalis, und abwärts von ihm ein unregelmässig-vierseitiges Jochbeinstück, welches oben 11 Mm. unten 22 Mm. lang und 11—12 Mm. hoch ist. Die Spinae der rechten Seite stehen von einander 4 Mm. ab. Von der Spitze der Spina zygomatica des Schläfenbeines zieht die oben erwähnte lineare Furche über der Spina zygomatica externa des Oberkiefers zur Sutura zygomatico-maxillaris.

Besonderheit. Am unteren Rande des Jochbeines, näher dem hinteren als dem vorderen Ende, sitzt ein starker Höcker, der wie ein dem Processus massetericus des Jochbein bei Bradypus analoges Rudiment aussieht.

4. Fall.

Schädel eines Mannes mit dem Arcus an der rechten Seite.

Die Spina zygomatico-temporalis des Oberkiefers geht von der hinteren Crista des Processus zygomaticus, 15—16 Mm. über dessen Spitze, ab. Von der Spina zygomatica interna, welche beiderseits eine Spina zygomatico-sphenoidalis ist, ist sie durch eine tiefe und weite Ausbuchtung geschieden. Sie hat die Gestalt einer zungenförmigen, am Ende in schräger Richtung (von oben und vorn nach unten und hinten) abgestutzten Platte von 9 Mm. Länge, 2 Mm. am Abgange und 1·75 Mm. am Ende Breite.

Die Spina zygomatico-maxillaris des Schläfenbeines ist eine dreiseitige, am Ende abgestutzte Platte von 1 Cm. Länge, 7—8 Mm. am Abgange und 2 Mm. am Ende Breite.

Indem sich diese Spina mit ihrem Ende auf und an das Ende der anderen Spina lagert und durch Harmonie vereiniget, entsteht ein Arcus maxillo-temporalis intra-jugalis dieser Seite von 19—20 Mm. Länge und gewöhnlichem Verhalten zum Jochbeine, welcher mit dem vorderen Ende 7 Mm. unter dem Foramen des Canalis zygomatico-temporalis liegt und abwärts von

sich ein ovales Jochbeinstück, dessen vorderer Pol 15—16 Mm. hoch ist, sehen lässt.

An der linken Seite fehlt der Arcus. Die Spina zygomatica externa des Oberkiefers ist nur durch eine kleine dreiseitige Zacke angedeutet, die dreiseitige Spina zygomatica des Schläfenbeines aber ist 11 Mm. lang und am Abgange 5 Mm. breit. Der Abstand derselben beträgt 11 Mm. Die lineare Furche an der Schläfenfläche des Jochbeines fehlt.

5. Fall.

Schädel eines Mannes mit dem Arcus an der linken Seite.

Die Spina zygomatico-temporalis des Oberkiefers geht von der hinteren Crista des Processus zygomaticus, 7 Mm. über seiner Spitze, von der Spina zygomatica interna durch eine tiefe, aber mässig weite Ausbuchtung geschieden, ab. Sie hat die Gestalt einer langen und breiten zugespitzten dreiseitigen Platte. Ihre Länge beträgt 13 Mm., ihre Breite im Abgange 9 Mm.

Die Spina zygomatico-maxillaris des Schläfenbeines hat auch die Gestalt einer zugespitzten dreiseitigen Platte. Sie ist 9 Mm. lang und am Abgange 4 Mm. breit, also viel kleiner als die andere Spina. Der obere Rand ihrer Basis fällt fast mit dem Rande des unteren Ausschnittes des S förmigen Margo temporalis des Jochbeines zusammen.

Indem sich die Spina des Schläfenbeines in einer Länge von 3 Mm. mit ihrem unteren Rande an den oberen Rand der Spina des Oberkiefers legt und durch Harmonie vereiniget, entsteht ein Arcus maxillo-temporalis intra-jugalis an dieser Seite von 19 Mm. Länge, mit einer schräg (von oben und vorn nach unten und hinten) verlaufenden Sutur und dem übrigen gewöhnlichen Verhalten, der abwärts von sich ein von ihm nicht bedecktes halbovales Jochbeinstück, von 1 Cm. Höhe in der Mitte, liegen hat.

An der rechten Seite fehlt der Arcus. Die Spina zygomatica externa des Oberkiefers ist nur angedeutet, die dreiseitige Spina zygomatica des Schläfenbeines aber ist 11 Mm. lang, wovon auf den 0.75—1 Mm. breiten Stiel, in welchen sie ausgezogen ist, 4 Mm. kommen. Diese Spina steht vom

Oberkiefer 3 Mm. ab. An der Stelle des Zwischenraumes fehlt an der Schläfenfläche des Jochbeines die oben angegebene lineare Furche.

Besonderheit. An der rechten Seite ist am grossen Keilbeinflügel 5 Mm. vor dem Foramen ovale, neben der Wurzel des flügelförmigen Fortsatzes, das 3 Mm. weite Foramen eines anomalen Emissarium Santorini zu sehen.

6. Fall.

Schädel eines jungen Mannes mit dem Arcus auf der rechten Seite.

Die Spina zygomatico-temporalis des Oberkiefers geht von der hinteren Crista des Processus zygomaticus, 7 Mm. über dessen Spitze, von der Spina zygomatico-sphenoidalis durch eine tiefe und weite Ausbuchtung geschieden, ab. Sie hat die Gestalt einer schmalen und dünnen zungenförmigen Platte von 8 Mm. Länge, 2 Mm. am Abgange und 1—1·5 Mm. am Ende Breite.

Die Spina zygomatico-maxillaris des Schläfenbeines ist eine länglich-vierseitige, am Ende in schräger Richtung (von oben und vorn nach unten und hinten) abgestutzte Platte, von 7 Mm. Länge und 4—5 Mm. Breite. Der Terminalrand derselben ist zackig.

Durch die Verbindung der ersteren Spina mit der letzteren, an deren oberem Theile, entsteht an der rechten Seite ein Arcus maxillo-temporalis intra-jugalis von 19 Mm. Länge und gewöhnlichem Verhalten zum Jochbeine, der abwärts von sich ein ovales Jochbeinstück bis 12 Mm. Höhe frei liegen hat.

An der linken Seite sind beide Spinae, wovon die Spina zygomatico-maxillaris in eine schmale Verlängerung ausgezogen ist, da. Sie nähern sich einander bis auf einen Abstand von 3 Mm., an welcher Stelle am Jochbeine die lineare Furche fehlt.

7. Fall.

Schädel eines jungen Mannes mit dem Arcus an der rechten Seite.

Die Spina zygomatico-temporalis des Oberkiefers geht von der hinteren Crista des Processus zygomaticus, 1·5 Cm. über dessen Spitze durch einen doppelt winkligen (___/) Ausschnitt von der Spina zygomatica interna geschieden, ab. Sie hat die Gestalt einer zungenförmigen, am Ende schräg, von oben und vorn nach unten und hinten, abgestutzten Platte von 9—10 Mm. Länge, von 2 Mm. am Abgange, und etwas weniger am Ende, Breite.

Die Spina zygomatico-maxillaris des Schläfenbeines ist eine zugespitzte dreiseitige Platte von 9 bis 10 Mm. Länge und 4—5 Mm. Breite am Abgange.

Durch das Anlegen der letzteren Spina mit ihrem unteren Rande an das Ende der ersteren in einer Länge von 2—3 Mm. und Verbindung durch Harmonie entsteht an der rechten Seite ein Arcus maxillo-temporalis intra-jugalis von 16—17 Mm. Länge, welcher abwärts von sich ein dreieckiges Jochbeinstück, von 15 Mm. Höhe vorn, unbedeckt hat.

An der linken Seite fehlt die Spina zygomatica externa des Oberkiefers, die vorhandene lange Spina zygomatica des Schläfenbeines nähert sich der Sutura zygomatico-maxillaris auf einen 7 Mm. grossen Abstand, in welchem an der Schläfenfläche des Jochbeines keine lineare Furche zu sehen ist.

8. Fall.

Schädel eines Knaben mit dem Arcus an beiden Seiten. (Beide Jochbeine sind aus ihrer Verbindung gebracht.)

Die Spina zygomatico-temporalis des Oberkiefers geht von der hinteren Crista des Processus zygomaticus, jederseits etwa 1 Cm. über der Spitze desselben, geschieden jederseits durch eine grosse Ausbuchtung von der Spina zygomatica interna ab. Sie hat die Gestalt einer dreiseitigen, wie gewöhnlich gekrümmten Platte, die an ihrer Endhälfte in ein fast gleichmässig breites, am Ende abgestutztes Züngelchen ausgezogen ist. Sie ist jeder-

seits 10—11 Mm. lang, am Abgange jederseits 10 Mm., am Züngelchen rechts 2 Mm., links 5 Mm. breit.

Die Spina zygomatico-maxillaris des Schläfenbeines ist jederseits eine länglich-vierseitige in zwei Nebenzacken getheilte Zacke. Von den Nebenzacken ist die untere breit, die obere rechts kurz und spitzig, links comprimirt cylindrisch, am Ende abgerundet, 2 Mm. weit, allmählich nach aussen von der unteren entfernt. Jede ist an ihrer äusseren Fläche rückwärts stark gerifft. Die rechte Spina ist 8 Mm. lang, am Abgange 5 Mm., am Ende 4 Mm. breit, schwächer als die der anderen Seite, die linke Spina ist ebenfalls 8 Mm. lang, am Abgange 7 Mm., am Ende 5 Mm. breit. Nur die untere Nebenzacke erreicht jederseits die Spina zygomatico-temporalis des Oberkiefers, die obere Nebenzacke der linken Seite stak in einem Blindkanale des Jochbeines.

Durch die Verbindung der Spina zygomatico-temporalis mit der unteren Nebenzacke der Spina zygomatico-maxillaris jeder Seite durch eine Sutura serrata, die in verticaler Richtung verläuft, entsteht jederseits ein Arcus maxillo-temporalis intra-jugalis von 16—17 Mm. Länge, welcher jederseits noch ein halbovales Jochbeinstück, von 1 Cm. Höhe rechts und 8 Mm. links, abwärts vor sich frei liegen hat.

Zur Anlagerung des Arcus und Verbindung durch Harmonie mit dem Jochbeine seiner Seite ist an der Schläfenfläche jedes Jochbeines eine bisquitförmige, ziemlich tiefe, rauhe Rinne zu sehen, die vorn weiter als hinten und an der engsten Stelle in der Mitte rechts 2·5, links 3 Mm. breit ist, in der hinteren Abtheilung beiderseits starke Riffe und links auch einen Blindkanal zur Aufnahme der oberen Nebenzacken der Spina zygomatico-maxillaris aufweiset.

9. Fall.

Schädel eines jungen Mannes mit dem Arcus an beiden Seiten.

Die Spina zygomatico-temporalis geht von der hinteren Crista des Processus zygomaticus rechts 3·5 Mm. und links gleich über der Spitze jenes Processus zygomaticus, rechts

durch einen rechtwinkligen Ausschnitt, links durch eine tiefe Ausbuchtung von der Spina zygomatica interna geschieden, ab. Sie hat an der rechten Seite die Gestalt einer, wie immer gekrümmten, vierseitigen Platte, welche am oberen Winkel vorn zur Verbindung mit der Spina zygomatico-maxillaris zackig, am unteren Winkel abgerundet ist; an der linken die einer dreiseitigen, am Ende abgestutzten zackigen Platte. Die rechte Spina ist in sagittaler Richtung am Abgange 1 Cm., in verticaler Richtung am Abgange 1·3 Cm., am Ende 9 Mm., wovon 25 Mm. auf den oberen gezackten Theil kommen, breit. Die linke Spina ist 1 Cm. lang, am Abgange 1·2 Cm., am Ende 3 Mm. breit.

Die Spina zygomatico-maxillaris des Schläfenbeines ist beiderseits dreiseitig, am Ende abgestutzt und zackig. Die rechte ist 10 Mm. lang und am Abgange 5 Mm., am Ende 2 Mm. breit; die linke ist 8—9 Mm. lang, am Abgange 5—6 Mm., am Ende 3 Mm. breit.

Die Spinae jeder Seite verbinden sich durch eine verticale Sutura dentata zu Arcus maxillo-temporales intra-jugales von 18—19 Mm. Länge und gewöhnlichem Verhalten, welche über sich das Foramen des Canalis zygomatico-temporalis in einem Abstand von 6 Mm., abwärts von sich unbedeckte Jochbeinstücke haben, wovon das am rechten Jochbein polygonal, das am linken abgerundet dreieckig dort 1 Cm., hier 8—9 Mm. hoch ist.

Besonderheiten. Der Schädel besitzt eine Sutura frontalis, jederseits einen Porus crotaphitico-buccinatorius und an dem linken Jochbeine eine 7 Mm. lange, hintere Ritze als Rest der Sutura zygomatica, durch die dieser Knochen früher ein zweigetheilter — Os zygomaticum bipartitum — war.

10. Fall.

Schädel eines Knaben mit dem Arcus an der linken Seite.

Die Spina zygomatico-temporalis des Oberkiefers geht von der hinteren Crista des Processus zygomaticus, 9 Mm. über dessen Spitze, durch einen weiten Ausschnitt von der Spina

zygomatica interna geschieden, ab. Ihre Gestalt ist die einer zungenförmigen Platte mit einem schräg von oben und vorn nach unten und hinten, abgestutzten Ende. Sie ist 9 Mm. lang, am Abgang 3·5 Mm., am Ende 1·5 Mm. breit.

Die Spina zygomatico-maxillaris des Schläfenbeines ist eine schräg abgestutzte dreiseitige oder unregelmässig vierseitige Platte, welche 7 Mm. lang und 5 Mm. am Abgange und 1·5 Mm. am Ende breit ist.

Durch die Verbindung der Spinae mittelst einer schräg gestellten Harmonie entsteht ein Arcus maxillo-temporalis intra-jugalis von 15—16 Mm. Länge, welcher 4 Mm. über dem vorderen Ende das Foramen des Canalis zygomatico-temporalis und abwärts von sich ein dreieckiges Jochbeinstück von 1·1 Cm. Höhe unbedeckt liegen hat.

An der rechten Seite ist die Spina zygomatica externa des Oberkiefers zweizackig und auch die Spina zygomatica des Schläfenbeines zugegen, aber die Spinae stehen 3 Mm. von einander ab. In dem Zwischenraume zwischen der oberen Zacke der ersteren und der letzteren ist an der Schläfenfläche des Jochbeines eine Furche zu bemerken. Der Schädel weiset eine Sutura frontalis auf.

11. Fall.

Schädel eines Jünglings mit dem Arcus an der linken Seite.

Die Spina zygomatico-temporalis des Oberkiefers geht von der hinteren Crista des Processus zygomaticus 1·6 Cm. über seiner Spitze, durch einen winkligen Ausschnitt von der Spina zygomatica interna geschieden, ab. Ihre Gestalt ist die einer dünnen zungenförmigen Platte, welche 11 Mm. lang, am Anfange 4 Mm. und am Ende 1·25—1·5 Mm. breit ist.

Die Spina zygomatico-maxillaris des Schläfenbeines ist eine bisquitförmige Platte, welche an der Mitte des abgerundeten Endes schräg abgestutzt ist, zur Anlagerung der Spitze der Spina zygomatico-temporalis, eine Länge von 11 Mm. besitzt und eine Breite von 4 Mm. am Abgange und 3 Mm. am Ende.

Durch Verbindung beider Spinae mittelst Harmonie entsteht ein Arcus maxillo-temporalis intra-jugalis von 21 Mm. Länge und gewöhnlichem Verhalten, welcher abwärts von sich ein halbovales Jochbeinstück von bis 14 Mm. Höhe unbedeckt liegen hat.

An der rechten Seite fehlt die Spina zygomatica externa des Oberkiefers, ist aber eine lange Spina zygomatica des Schläfenbeines zugegen, deren Spitze von der Sutura zygomatico-maxillaris 6 Mm. absteht. Im Bereiche des Abstandes fehlt die obenbezeichnete lineare Furche.

12. Fall.

Schädel eines Weibes mit dem Arcus an der linken Seite. (Das linke Jochbein aus der Verbindung gebracht.)

Die Spina zygomatico-temporalis des Oberkiefers geht an bekannter Stelle ab, ist auf- und einwärts von der Spina zygomatica interna, abwärts von der Spitze des Processus zygomaticus durch Ausbuchtungen geschieden. Ihre Gestalt ist die einer dreiseitigen, zugespitzten Platte oder Zacke von 8 Mm. Länge und 9 Mm. Breite am Abgange.

Die Spina zygomatico-maxillaris des Schläfenbeines ist eine länglich verschobene vierseitige, an der Jochbeinfläche stark und grob geriffte, am Ende in 3 abgerundete Zacken gespaltene Platte von 8 Mm. Länge und 7 Mm. gleichmässiger Breite. Die mittlere und namentlich die untere Zacke, welche letztere durch einen weiten winkligen Einschnitt geschieden ist, staken in Blindkanälen des Jochbeines.

Durch die Anlagerung der Spitze der Spina zygomatico-temporalis an die mittlere Zacke der Spina zygomatico-maxillaris von unten her ist ein Arcus maxillo-temporalis von 16 Mm. Länge zu Stande gekommen. Ueber dem vorderen Ende in einer Distanz von 6 Mm. ist das Foramen des Canalis zygomatico-temporalis zu sehen, und abwärts davon ein unbedecktes halbovales oder halbelliptisches Jochbeinstück von 10 Mm. Höhe sichtbar. Die starke Vertiefung an der Schläfenfläche des Jochbeines zu seiner Aufnahme, ist ganz unregelmässig und besteht aus einer vorderen dreiseitigen und einer hinte-

ren vierseitigen Abtheilung, die durch eine schmale und seichte Furche abwärts in einander übergehen. Die vordere Abtheilung zeigt Gruben und setzt sich in die Verbindungsfläche des Jochbeines mit dem Oberkiefer fort, die hintere Abtheilung ist stark gerifft und gerinnt, weiset zwei Blindkanäle zur Aufnahme von Zacken der Spina zygomatico-maxillaris auf.

An der rechten Seite sind die Spinae zwar lang genug, um sich zu erreichen, allein durch die Spitzen, die über einander in einem Abstande von 3 Mm. liegen, verhindert, den Arcus zu bilden. Zwischen der Spitze der Spina zygomatico-temporalis und der Spina zygomatico-maxillaris, bei letzterer von einem Punkte 2·5 Mm. hinter ihrer Spitze ist eine lineare Furche zu bemerken.

Besonderheit. An der rechten Seite des Unterkiefers sind 2, durch eine 4 Mm. breite Brücke geschiedene Foramina mentalia zu bemerken, wovon das untere hintere kleiner ist als das obere.

13. Fall.

Schädelbasis eines Mannes mit dem Arcus an der linken Seite. (Fig. 13.)

Die Spina zygomatico-temporalis des Oberkiefers (α') entsteht, am gewöhnlichen Orte, hat die Gestalt einer zugespitzt dreiseitigen, plattenartigen Zacke von 9 Mm. Länge und Breite an ihrem Abgange.

Die Spina zygomatico-maxillaris des Schläfenbeines (β') hat die Gestalt einer kleinen dreiseitigen in einen schmalen und dünnen streifenartigen Stiel ausgezogenen Zacke, welche 9 Mm., wovon 6 Mm. auf den Stiel kommen, lang, an ihrem Körper 4—5 Mm. und am Stiel 1 Mm. breit ist.

Dadurch, dass das Ende des Stieles der Spina zygomatico-maxillaris über der Spitze der Spina zygomatico-temporalis, diese erreicht und damit durch eine etwas schräg gestellte Harmonie (γ) eine Verbindung eingeht, entsteht ein 16 Mm. langer Arcus maxillo-temporalis (a), der über seinem vorderen Ende, in einer Distanz von 5 Mm., das Foramen des Canalis

maxillo-temporalis und abwärts von sich ein halbovales Jochbeinstück von bis 12 Mm. Höhe liegen hat.

An der rechten Seite ist statt der Spina zygomatica externa des Oberkiefers ein abgerundet winkliger Vorsprung zu sehen; die Spina zygomatico-maxillaris aber eine lange dreiseitige Zacke welche 5 Mm. rückwärts von dem genannten Vorsprunge endet. Eine lineare Furche ist an der Schläfenfläche des Jochbeines nicht sichtbar.

14. Fall.

Schädel eines 22jährigen Weibes mit dem Arcus an beiden Seiten.

Die Spina zygomatico-temporalis jedes Oberkiefers geht von der hinteren Crista des Processus zygomaticus desselben 7—8 Mm. über dessen Spitze, durch eine tiefe Ausbuchtung oben von der Spina zygomatica interna geschieden, ab. Sie hat die Gestalt einer dreiseitigen, an der Spitze in verticaler Richtung abgestutzten Platte von 7 Mm. Länge, 8 Mm. Breite an ihrer Basis und 2 Mm. an dem Ende.

Die Spina zygomatico-maxillaris jedes Schläfenbeines ist eine länglich-vierseitige Platte von 6 Mm. Länge, 3 Mm. Breite an ihrem Abgange und 2 Mm. am Ende.

Durch Verbindung der Spinae beider Seiten mittelst einer fast verticalen Harmonie entsteht an jeder Seite ein 12 — 13 Mm. langer, selbst an der Mitte noch 2 Mm. breiter Arcus maxillo-temporalis intra-jugalis der jederseits ein halbovales und 6—7 Mm. hohes Jochbeinstück abwärts von sich liegen hat.

15. Fall.

Schädel eines Jünglings mit dem Arcus an beiden Seiten. (Beide Jochbeine aus ihrer Verbindung gebracht.)

Die Spina zygomatico-temporalis jedes Oberkiefers geht von der hinteren Crista des Processus zygomaticus, etwa 12 Mm. über dessen Spitze, von der Spina zygomatico-sphenoidalis durch einen weiten Ausschnitt geschieden, ab. Ihre Gestalt ist rechts die einer 6—7 Mm. langen und 2 Mm. breiten,

nach dem Ende zugeschärften, seitlich comprimirten parallelogrammen, links einer gleich langen, aber nur 1·25 Mm. breiten, in der Mitte etwas eingeschnürten, bisquitförmigen Platte, welche eine rauhe, gerifft Jochbein- und eine ebene Schläfenfläche, einen oberen und unteren rauhen Rand aufweiset und mit dem Ende von innen her an die Spina zygomatico-maxillaris, bevor diese in Nebenzacken an ihrem Ende sich spaltet, sich anlegt.

Die Spina zygomatico-maxillaris beider Seiten hat die Gestalt eines dreiseitig-pyramidalen Stieles. welcher an seiner äusseren und unteren Fläche rauh und tief gerifft, theilweise durchbrochen, an der inneren Fläche, von seinem oberen Rande nach vorwärts gerichtete Zäckchen abschickt und mit seinem in Zäckchen getheilten Spitzentheile, nach Verbindung mit der Spina zygomatico-temporalis, nach aussen umgebogen ist. Er ist 14—16 Mm. lang, wovon auf den Spitzentheil, der nichts zur Bildung des Arcus beiträgt, sondern mit seinen Zäckchen in Blindkanälen der Jochbeine stak, rechts 6 Mm. kommen; dann am Abgange in verticaler Richtung 4—5 Mm., in transversaler Richtung 2—3 Mm. dick.

Durch die Verbindung der Spitze der Spina zygomatico-temporalis mit der Spina zygomatico-maxillaris hinter deren Spitzentheile an jeder Seite vermittelst Harmonie, kam jederseits ein Arcus maxillo-temporalis intra-jugalis zu Stande, der rechts über seinem vorderen Ende, in einer Distanz von 8 Mm. das Foramen des Canalis zygomatico-temporalis und jederseits abwärts von sich ein länglich dreieckiges Jochbeinstück unbedeckt liegen hat, welches vorn rechts 8 Mm., links 11 Mm. hoch ist. An der Schläfenfläche jedes Jochbeines ist eine tiefe, rauhe, bisquitförmige Furche mit starken Riffen und Eingängen in Blindkanäle an ihrem Boden zu sehen. Sie ist vorn am weitesten, in der Mitte am engsten und hinten am tiefsten (bis 3 Mm.). Sie dient zur Ein- und Anlagerung des Arcus und Verbindung dieses mit dem Jochbeine vermittelst Harmonie.

Besonderheiten. Der Schädel weiset eine Sutura frontalis auf. An jedem Jochbeine dringt vom Winkel des Aus-

schnittes am Processus temporalis eine Fissur 4 – 5 Mm. tief ein und ist ein Rest der früher bestandenen Partition des Knochens in zwei secundäre Stücke.

16. Fall.

Schädel eines Weibes mit dem Arcus an der linken Seite.

Die Spina zygomatico - temporalis des linken Oberkiefers geht von der angegebenen Crista 8 Mm. über der Spitze des Processus zygomaticus, von der Spina zygomatico-sphenoidalis durch eine weite und tiefe Ausbuchtung geschieden, ab. Ihre Gestalt ist die einer dreiseitigen, am Ende in zwei Zacken, eine obere breite und eine untere schmale, getheilten Platte von 9—10 Mm. Länge, 8 Mm. Breite am Abgange und 3·5 Mm. am Ende.

Die Spina zygomatico-maxillaris des linken Schläfenbeines hat die Gestalt einer länglich-vierseitigen, 7 Mm. langen und 4 Mm. breiten am Ende gezackten Platte.

Indem die obere Zacke der Spina zygomatico - maxillaris an die obere lange Zacke der Spina zygomatico - temporalis stösst, und die untere Zacke der ersteren zwischen die Zacken der letzteren sich einschiebt, entsteht eine Verbindnng beider durch eine Sutura dentata und dadurch ein Arcus maxillo-temporalis intra-jugalis dieser Seite von 15 Mm. Länge, der über seinem vorderen Ende, in einer Distanz von 5—6 Mm., das Foramen des Canalis zygomatico - temporalis, abwärts von sich aber ein langes polygonales Jochbeinstück von 6—10 Mm. Höhe unbedeckt lässt.

An der rechten Seite sind beide Spinae vorhanden, aber sie erreichen sich nicht und stehen 6 Mm. von einander ab. Zwischen ihren Spitzen ist in der Schläfenfläche des Jochbeines die lineare Furche zu sehen.

17. Fall.

Schädel eines Weibes mit dem Arcus an beiden Seiten.

Die Spina zygomatico-temporalis jedes Oberkiefers geht von der hinteren Crista seines Processus zygomaticus 8 Mm. über dessen Spitze, durch eine weite und tiefe Ausbuchtung von

der Spina zygomatico-sphenoidalis geschieden, ab. Ihre Gestalt ist jederseits die einer dreiseitigen, am abgestutzten Ende gezackten Platte von 7—8 Mm. Länge, 7 Mm. Breite am Abgange und 2 Mm. am Ende.

Die Spina zygomatico-maxillaris jedes Schläfenbeines ist eine länglich-vierseitige, 6 Mm. lange, 4 Mm. am Abgange und 2 Mm. am gezackten Ende breite Zacke.

Durch die Verbindung der Spinae beider Seiten vermittelst einer Sutura serrata entsteht an jeder Seite ein Arcus maxillo-temporalis intra-jugalis von 13—14 Mm. Länge, der rechts in einer Distanz von 4 Mm. das Foramen des Canalis zygomatico-temporalis über sich und beiderseits abwärts von sich ein halbovales Jochbeinstück von 9—10 Mm. Höhe liegen hat.

Besonderheiten. Das Stirnbein ist durch eine Sutura frontalis getheilt.

a. Resultate.

1. Ausser der Spina zygomatica interna — Henle —, welche in der Hälfte der Fälle eine Spina zygomatico-sphenoidalis wird (nach meinen Beobachtungen), giebt es am Processus zygomaticus des Oberkiefers noch eine unconstante Spina zygomatica externa — Gruber —; eben so schickt der Processus zygomaticus des Schläfenbeines eine unconstante Spina zygomatica — Gruber — ab. Letztere kommt häufiger ($^1/_{16}$ d. F.) als erstere vor.

2. Beide letztere haben ihre Lage an der Schläfenfläche des Jochbeines, sind diesem Knochen an- und eingelagert.

3. Sie nähern sich einander in verschiedenem Grade (selbst bis auf 0·75—1 Mm. Abstand) in $^1/_{16}$ d. F.

4. Zwischen den Enden dieser Spinae oder auch, bei ihrem Mangel, ist an der Schläfenfläche des Jochbeines oft ($^2/_5$ d. F.) eine lineare Furche zu bemerken, die wie eine Gefässfurche aussieht, aber dabei auch in der Linie verläuft, in welcher die beim Auftreten der Ossa zygomatica bipartita vorkommende, supernumeräre Naht — Sutura zygomatica — an der Schläfenfläche des Knochens ihren Verlauf zu nehmen pflegt.

5. An den oben beschriebenen 17 Schädeln, wovon 12 männlichen und 5 weiblichen Individuen angehört hatten, haben sich aber die Spinae erreicht und unter einander eine Verbindung bald durch eine Sutura serrata s. dentata bald durch eine Harmonie eingegangen. Die Sutura verlief bald in verticaler, bald in schräger Richtung und, im letzteren Falle, fast immer in einer Linie, die schräg von oben und vorn nach unten und hinten zog. Die Harmonie ging in derselben Richtung vor sich, bei der in der Regel die Ränder der Enden der Spinae an einander stiessen, ausnahmsweise aber die Enden der Spinae mit ihren Flächen sich deckten.

6. Durch die Verbindung der Spina zygomatica externa des Oberkiefers, die Spina zygomatico-temporalis geworden ist, mit der Spina zygomatica des Schläfenbeines, die Spina zygomatico-maxillaris geworden ist, kam an der Schläfenfläche des Jochbeines ein Oberkiefer-Schläfenbogen — Arcus maxillo-temporalis intra-jugalis — zu Stande, der an 7 Schädeln an beiden Seiten, an 3 Schädeln nur an der rechten Seite und an 7 Schädeln an der linken Seite allein, also 24 Mal, zu sehen war. — Wenn man bedenkt, dass nahe an 4000 Schädel durchgemustert werden mussten, um 17 Schädel mit dem Arcus an 24 Seiten heraus zu finden; so ist das Vorkommen dieses anomalen Arcus ein sehr seltenes, weil etwa auf 235 Schädel und etwa auf 333 Schädelhälften erst ein Schädel oder eine Schädelhälfte kam, welche mit dem genannten Arcus versehen war. —

7. Von den Spinae, welche den Arcus zusammensetzten, war die Spina zygomatico-temporalis meistens ($^1/_2$ d. F.) eine am Ende zugespitzte oder abgerundete oder abgestutzte, zackige oder zackenlose, immer gekrümmte, dreiseitige, weniger oft eine zungenförmige, selten eine dreiseitige in ein Züngelchen verlängerte, oder eine länglich-vierseitige, oder parallelogramme, oder bisquitförmige Platte; die Spina zygomatico-maxillaris aber meistens ($^1/_2$ d. F.) eine länglich-vierseitige, weniger oft ($^1/_4$ d. F.) eine dreiseitige Platte, selten ($^1/_{12}$ d. F.) eine zungenförmige Platte oder ein dreiseitig-pyramidaler Stiel und ganz selten (je $^1/_{24}$ d. F.) eine bisquitförmige Platte oder ein streifenartiger, platter Stiel. Es hatte die Spina zygomatico-tem-

poralis eine Länge von 6—13 Mm., eine Breite (Höhe) von 1·25—13 Mm. am Abgange und 1·25—4 Mm. am Ende, falls dieses abgestutzt war; die Spina zygomatico-maxillaris eine Länge von 6—11, ausnahmsweise 14—16 Mm., eine Breite von 3—8 Mm. am Abgange und 1—5 Mm. am Ende, wenn dieses abgestutzt war, und eine Dicke von bis 3 Mm. am Abgange erreicht. — Die Spinae, welche den Arcus bilden, haben daher eine verschiedene Gestalt und Grösse. Bei der Spina zygomatico-temporalis ist aber denn doch die dreiseitige und bei der Spina zygomatico-maxillaris die länglich-vierseitige Gestalt die überwiegend häufige. Auch können beide Spinae ähnliche Grössen erreichen, aber dennoch ist bei ersterer die Breite (Höhe), bei letzterer die Dicke in der Regel überwiegend über die der anderen. —

8. Der Arcus war immer mit seinen Flächen aus- und einwärts und mit seinen Rändern auf- und abwärts gekehrt, immer nach aussen convex und nach innen concav und immer an der Schläfenfläche des Jochbeines, an und in einer verschieden weiten und tiefen, gerifften und noch anders beschaffenen, rauhen Furche dieses Knochens, die in verschiedener Entfernung von dessen unterem Rande, aber immer beträchtlich aufwärts von diesem Platz nahm und sich besonders nach vorn, aber auch nach hinten, erweiterte, also eine bisquitförmige Gestalt zeigte, gelagert und damit durch Harmonie verbunden. — Der Arcus ist daher immer einwärts vom Jochbeine und aufwärts von dessen unterem Rande aufgestellt, also ein Arcus intra-jugalis. —

9. Derselbe war an seiner Mitte 1—4.5 Mm. breit (hoch) und in der Regel daselbst auch am dünnsten. — Der Arcus ist daher in der Regel an seiner Mitte schmal und schwach, an seinen Pfeilern breit und stark, und zwar am breitesten am vorderen Pfeiler, am dicksten an seinem hinteren Pfeiler.

10. Unter den 17 Schädeln mit dem Arcus maxillo-temporalis intra-jugalis wiesen drei die Sutura frontalis auf; war einer mit Nasenbeinen ausgestattet, welche jenen beim Gorilla ähnlich sind; hatte ein anderer einen starken Höcker am Jochbeine, der an den Processus massetericus beim Bradypus er-

innert, zeigte noch ein anderer ein ungewöhnliches Foramen im grossen Keilbeinflügel für ein Emissarium Santorini —; besass einer von den drei mit der Sutura frontalis jederseits einen Porus crotaphitico - buccinatorius — Hyrtl — und am linken Jochbeine die Spur der früher da gewesenen Partition; war einer mit 2 Foramina mentalia an der rechten Seite des Unterkiefers behaftet; hatte endlich ein zweiter von den drei mit der Sutura frontalis an jedem Jochbeine die Spur der früheren Partition derselben. — Die Schädel mit dem Arcus maxillo-temporalis intra-jugalis scheinen gern mit anderweitigen Abweichungen einher zu gehen. —

b. Bedeutung des Arcus maxillo-temporalis intra-jugalis.

Der Arcus dient zur Verstärkung des gewöhnlichen Arcus zygomaticus. Er hat die Bedeutung einer anomalen Bildung beim Menschen, wie eine solche bei Erinaceus, Sus, Tapirus, Rhinoceros und Equus constant vorkommt, ist somit eine Säugethierbildung, welche sich bisweilen auch beim Menschen erhält, wie ich in meiner Schrift[1]) ausführlich auseinander gesetzt habe, wohin ich verweise.

c. Verschiedenheit des Arcus maxillo-temporalis intra-jugalis von dem Arcus maxillo-temporalis infra-jugalis.

Ausser dem einwärts vom Jochbeine an dessen Schläfenfläche gelagerten Kiefer-Schläfenbogen — Arcus maxillo-temporalis intra-jugalis — kann noch ein abwärts vom Jochbeine an dessen unterem Rande verlaufender anderer Kiefer - Schläfenbogen — Arcus maxillo-temporalis infra-jugalis — vorkommen, der mit ersterem nicht zu verwechseln ist.

Der Arcus maxillo-temporalis infra-jugalis wurde an dem Schädel eines Spaniers an beiden Seiten von C. Dieterichs[2]) gesehen.

Der Processus zygomaticus hatte sich auf Kosten der un-

---

1) Monographie des zweigetheilten Jochbeines u. s. w.

2) Beschreibung einiger Abnormitäten des Menschenschädels. Diss. inauguralis. Basel 1842 8. S. 10. F. 4 c.

teren und vorderen Hälfte des Jochbeines, das nur halb so hoch als gewöhnlich war, vergrössert, und bis zum Ende des Processus zygomaticus des Schläfenbeines verlängert. Derselbe hatte vorn eine etwas grössere, hinten aber eine ähnliche Partie des Jochbeines, wie ein Os zygomaticum secundarium maxillo-temporale eingenommen. Er hatte deshalb die untere Zacke des Processus temporalis des Jochbeines der Norm substituirt und den unteren Schenkel am zickzackartig verlaufenden Ausschnitte dieses Processus gebildet. Durch die weit nach rück- und aufwärts gerückte Sutura zygomatico-maxillaris hatte derselbe eine Verbindung mit dem verkleinerten Jochbeine und durch den mittleren und unteren Schenkel der Sutura zygomatico-temporalis mit dem Processus zygomaticus des Schläfenbeines eingegangen.

Von diesem Arcus maxillo-temporalis infra-jugalis ist bis jetzt, meines Wissens, nur dieses Beispiel bekannt. Auch in meiner grossen Collection befindet sich kein Schädel mit Vollständigkeit dieses Arcus. Aber ich besitze einen Schädel eines Weibes, wobei der Arcus rechts mehr als in der Hälfte und links in der Hälfte zugegen ist (Fig. 14). Es geht nämlich von der unteren Ecke des Processus zygomaticus des Oberkiefers (c) jeder Seite eine ganz anomale vierseitig-pyramidale, seitlich comprimirte Zacke — Spina zygomatica inferior — (α) ab. Sie krümmt sich nach rückwärts und schliesst sich von unten her an das Jochbein (a) an. Sie ist rechts 13 Mm., links 11 Mm. lang, am Abgange rechts 12 Mm., links 7—8 Mm. hoch. Sie steht vom Processus zygomaticus des Schläfenbeines rechts 9—10 Mm., links 12 Mm. ab. Sie ersetzt die vordere untere Ecke und mehr als die vordere Hälfte des unteren Randes des rechten, die vordere untere Ecke und fast die vordere Hälfte des unteren Randes des linken Jochbeines. Wie der Processus zygomaticus des Oberkiefers das Jochbein ganz ausnahmsweise von unten her theilweise substituiren kann, so kann auch der Processus temporalis des Jochbeines ganz ausnahmsweise durch eine Verlängerung den sehr kurzen Processus zygomaticus des Schläfen-

beines substituiren, wie ein solches Beispiel R. W. Smith[1]) zur Beobachtung gekommen war. In meiner Sammlung befindet sich kein solches Beispiel, wohl aber einige Beispiele von 18—20 Mm. langen, unter dem Processus zygomaticus des Schläfenbeines gelagerten Processus zygomatici des Jochbeines.

Humphry[2]) hat Smith's Fall beim Menschen als eine Känguruh-Bildung gedeutet. C. Dietrich hat den von ihm an dem Schädel des Spaniers beobachteten Arcus maxillo-temporalis infra-jugalis als eine Bildung erklärt, wie sie bei Erinaceus, Sus und Equus vorkommen soll. Diese Deutung ist eine irrthümliche, wie ich schon in meiner citirten Schrift angegeben habe. Bei Erinaceus, Sus, Tapirus, Rhinoceros und Equus liegt die Verbindung des Oberkiefers mit dem Schläfenbeine einwärts vom Jochbeine, also so wie der Arcus maxillo-temporalis intra-jugalis beim Menschen, nicht aber abwärts davon.

Der Arcus maxillo-temporalis intra-jugalis (mihi) repräsentirt eine Bildung beim Menschen, welche der bei den genannten Thieren vorkommenden wirklich analog ist; der Arcus maxillo-temporalis infra-jugalis — Dietrich — beim Menschen ist jedoch keine Thier- sondern nur eine rein accidentelle Bildung.

II. Nachträge zu den Ossa zygomatica bipartita ohne oder mit Vorkommen des Arcus maxillo-temporalis intra-jugalis.

1. Fall.

Schädel eines Weibes mit zweigetheilten Jochbeinen — Ossa zygomatica bipartita.

---

1) Treatise on Fractures u. s. w. S. 280. (Steht mir nicht zur Verfügung — aber bei G. M. Humphry. — A Treatise on the human Skeleton. Cambridge. 1858. S. 49.

2) Op. cit. S. 49 Note 1.

Das rechte Os zygomaticum ist in seiner Mitte in verticaler Richtung 3·3 Cm., in transversaler Richtung 1·8 Cmt. breit. Das linke ist etwas kleiner. Der Processus temporalis beider ist 1·4 Cm. hoch und rechtwinklig ausgeschnitten. An der rechten Seite ist die Sutura zygomatico-temporalis noch offen, an der linken Seite aber deren oberer Schenkel schon verwachsen.

Jeder Knochen ist durch eine quere Naht — Sutura zygomatica —, welche 12 Mm. über der Spitze des Processus zygomaticus in der Sutura zygomatico-maxillaris beginnt, im Winkel der Sutura zygomatico-temporalis endet, 1·8 Cm. lang ist und rechts unter einem Absatze, links direct in den unteren 10—11 Mm. langen Schenkel der Sutura zygomatico-temporalis sich fortsetzt. Sie ist rechts auf der Schläfenfläche des Knochens noch offen, links aber daselbst bereits verwachsen.

Dadurch ist jedes Jochbein in zwei secundäre Stücke zerfallen, in ein oberes oder Orbitalstück — Os zygomaticum superius s. orbitale — und ein unteres oder Maxillo-temporalstück — O. z. secundarium inferius s. maxillo-temporale — zerfallen.

Das kleine O. z. secundarium maxillo-temporale begreift in sich den unteren Theil des Körpers und die untere Zacke des Processus temporalis. Es liegt hinter dem Spitzentheil des Processus zygomaticus des Oberkiefers und unter dem O. z. secundarium maxillo-temporale und dem Ende des Processus zygomaticus des Schläfenbeines. Es hat die Gestalt einer langen dreieckigen Platte mit einer Gesichts- und Schläfenfläche, mit einem oberen Rande, der rechts am hinteren Drittel ausgeschnitten ist, und einem unteren Rande, mit einem vorderen breiten und einem abgerundeten, schmalen, hinteren Ende, welches das Tuberculum massetericum am Jochbogen bildet. Es ist vorn 12—13 Mm. hoch.

Die Spina zygomatica externa des Processus zygomaticus jedes Oberkiefers ist sehr entwickelt, dreiseitig, an der Spitze abgerundet und in beide Ossa zygomatica secundaria, an deren Schläfenfläche, eingelagert. Die Spina zygomatica des Pro-

cessus zygomaticus des Schläfenbeines scheint an beiden Seiten zu fehlen. Der Abstand der Spina zygomatica externa des Oberkiefers vom Ende des Processus zygomaticus des Schläfenbeines beträgt rechts 7—8 Mm., links 6—7 Mm. Innerhalb dieses Abstandes ist rechts die Sutura zygomatica, welche die Stelle der in der Schläfenfläche des Jochbeines in anderen Fällen vorkommenden linearen Furche einnimmt, links keine Spur derselben zu bemerken.

2. Fall.

Schädel eines Mannes mit zweigetheilten Jochbeinen — Ossa zygomatica bipartita — und mit dem Oberkiefer-Schläfenbogen — Arcus maxillo-temporalis intra-jugalis — an der linken Seite.

(Der Schädel mit Weichgebilden war zu Operationsübungen abgelassen worden, bei welchen ein grosser Theil des Oberkiefers und des Jochbeines der rechten Seite entfernt worden war wesshalb nach der Maceration über das Vorkommen oder Nichtvorkommen der Partition des Jochbeines und des Oberkiefer-Schläfenbogen nur aus der übriggelassenen Partie des Jochbeines dieser Seite geurtheilt werden kann.)

Das linke Jochbein ist durch eine quere Naht — Sutura zygomatica —, welche 8 Mm. über der Spitze des Processus zygomaticus des Oberkiefers in der Sutura zygomatico-maxillaris beginnt, parallel dem unteren Rande des Jochbeines durch dieses verläuft und im Winkel des hohen aber nicht tiefen rechtwinkligen Auschnittes des Processus temporalis die Sutura zygomatico-temporalis erreicht und mit deren unterem kurzem Schenkel sich fortsetzt, mit dem unteren Schenkel der Sutura zygomatico-temporalis 2·6 Cm. ohne diesen 3·3 Cm. lang ist, in zwei secundäre Stücke — Ossa zygomatica secundaria — getheilt, also ein zweigetheiltes — Os zygomaticum bipartitum. Das obere oder Orbitalstück — O. z. secundarium superius s. orbitale — begreift in sich den grössten Theil des Körpers, den Processus maxillaris, den Processus frontalis und die oberen zwei Drittel des Processus temporalis des Jochbeines der Norm, ist somit sehr gross. Das untere oder Maxillo-temporalstück — O. z. secundarium inferius s. maxillo-temporale —

entspricht nur einem schmalen Streifen am unteren oder Massetericalrande, der vorn das untere Drittel, in der Mitte etwas mehr als das untere Viertel der Höhe des ganzen Jochbeines und das untere Drittel des Processus temporalis einnimmt; ist somit klein. Dieses hat die Gestalt eines langen Balkens von 2·6 Cm. Länge, 6—8 Mm. Höhe an der Gesichtsfläche, mehr an der Schläfenfläche. Sein hinteres Ende bildet das Tuberculum massetericum am Jochbogen.

Das rechte Jochbein (nach dem vorhandenen Rest zu urtheilen) war ebenfalls ein zweigetheiltes mit gleichem aber doch ähnlichem Verhalten gewesen.

An der linken Seite ist mit dem Os zygomaticum bipartitum zugleich der Arcus maxillo - temporalis intra - jugalis zugegen.

Die Spina zygomatico - temporalis des Oberkiefers geht 8 Mm. über der Spitze seines Processus zygomaticus von dessen hinterer Crista, durch einen weiten Ausschnitt von der Spina zygomatica interna geschieden, ab. Sie hat die Gestalt einer dreiseitigen Platte, welche nicht nur wie gewöhnlich, nach ihren Flächen in sagittaler Richtung, sondern auch in verticaler Richtung und zwar nach oben hornförmig gekrümmt ist, daher einen tief ausgebuchteten oberen und einen S förmig gekrümmten unteren Rand aufweiset. Dieselbe ist 12 Mm. lang und am Ende 1—1·5 Mm. breit.

Die Spina zygomatico - maxillaris ist eine am Ende abgegerundete halbovale Zacke von 10 Mm. Länge und 9 Mm. Breite.

Durch die feine zackige Verbindung der Spitze der Spina zygomatico - temporalis mit dem unteren Umfange des fein zackigen Randes am Ende der Spina zygomatico-maxillaris entsteht ein Arcus maxillo - temporalis intra - jugalis von 22 Mm. Länge, welcher die Sutura zygomatica, beide Ossa secundaria von der Schläfenseite her deckt und abwärts von sich den grössten Theil des O. z. secundarium maxillo-temporale unbedeckt liegen hat.

An der rechten Seite fehlte dieser Arcus. Es mangelt nämlich an dieser Seite dem Processus zygomaticus des Schläfen-

beines die Spina und an der Schläfenfläche des vorhandenen Restes des Jochbeines ist von einer etwa rückwärts entgegenkommenden Spina zygomatica externa des Oberkiefers nichts zu bemerken.

Besonderheit. Im Angulus occipitalis des linken Scheitelbeines liegt ein grosses Zwickelbein von bisquitförmiger Gestalt. Es dringt vom Ende der Sutura sagittalis und vom linken Schenkel der Sutura lambdoidea, neben der Spitze der Schuppe des Hinterhauptbeines, schräg vor- und auswärts in das linke Scheitelbein. Seine Länge beträgt 3 Cm., seine Breite am vorderen abgerundeten Theile 9 Mm., am hinteren abgerundeten Theile 1·4 Cm. und am eingeschnürten Theile 6 Mm.

Resultate.

1. Beide Schädel sind jenen 11 Schädeln mit Ossa zygomatica bipartita anzureihen, welche ich in einer besonderen Schrift[1]) bereits beschrieben habe. Einer gehört zu jenen 9, welche keinen Arcus maxillo-temporalis intra-jugalis aufweisen, der andere aber zu den 2, welche einen solchen besitzen.

2. Der eine Schädel, mit Ossa zygomatica bipartita allein, weiset nichts auf, was nicht schon an anderen Schädeln gesehen worden wäre, der andere Schädel, mit Ossa zygomatica bipartita und dem Arcus maxillo-temporalis intra-jugalis zugleich, besitzt aber in dem Angulus occipitalis des linken Scheitelbeines ein ungewöhnliches und grosses Zwickelbein.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Beide unter einander und mit den Nasenbeinen in Verbindung gelassene Oberkiefer, von rückwärts dargestellt zur Ansicht der Spinae zygomaticae internae und der Spinae zygomaticae externae der Processus zygomatici von der Schläfenfläche.

„ 2. Stück der rechten Schädelhälfte bei entferntem Jochbeine zur Ansicht der einander sehr genäherten Spina zygomatica

1) Monographie des zweigetheilten Jochbeines u. s. w.

externa des Processus zygomaticus des Oberkiefers und der Spina zygomatica des Processus zygomaticus des Schläfenbeines.

Fig. 3. Ein ähnliches Stück eines anderen Schädels.

„ 4. Rechtes Jochbein vom Schädel Fig. 3 zur Ansicht der Gruben an dessen Schläfenfläche zur An- und Einlagerung der Spina zygomatica externa des Oberkiefers und der Spina zygomatica des Schläfenbeines.

„ 5 u. 6. Linke Jochbogen zur Ansicht der einander sehr genäherten genannten Spinae.

„ 7. Rechter Jochbogen zur Ansicht der dem Oberkiefer sehr genäherten Spina zygomatica des Schläfenbeines.

„ 8. Rechter Jochbogen, mit Mangel der genannten Spinae, zur Ansicht der linearen Furche an der Schläfenfläche des Jochbeines.

„ 9. Schädel eines Weibes bei entferntem linkem Jochbeine, zur Ansicht des Arcus maxillo-temporalis intra-jugalis. (Linke Seiten-Ansicht.)

„ 10. Stück der rechten Hälfte desselben Schädels, bei entferntem Jochbeine, zu derselben Ansicht.

„ 11. Rechtes Jochbein desselben Schädels zur Ansicht der bisquitförmigen Furche an der Schläfenfläche zur An- und Einlagerung des Arcus maxillo-temporalis intra-jugalis.

„ 12. Rechter Jochbogen zur Ansicht des Arcus maxillo-temporalis intra-jugalis von der Schläfenseite.

„ 13. Linker Jochbogen eines anderen Schädels mit derselben Ansicht.

Bezeichnung für die Figuren 1—13.

a. Arcus maxillo-temporalis intra-jugalis.

b. Bisquitförmige Furche an der Schläfenfläche des Jochbeines zu seiner An- und Einlagerung.

c, c'. Gruben an der Schläfenfläche des Jochbeines zur An- und Einlagerung der Spina zygomatica externa des Oberkiefers und der Spina zygomatica des Schläfenbeines.

d. Lineare Furche an der Schläfenfläche des Jochbeines.

α. Spina zygomatica externa des Oberkiefers.

α'. Dieselbe als Spina zygomatico-temporalis.

β. Spina zygomatica des Schläfenbeines.

β'. Dieselbe als Spina zygomatico-maxillaris.

γ. Sutura arcus maxillo-temporalis intra-jugalis.

δ. Spina zygomatica interna des Oberkiefers.

δ'. Dieselbe als Spina zygomatico-sphenoidalis.

Fig. 14. Jochbogen mit dem Processus zygomaticus des Oberkiefers

der rechten Seite eines Weibes mit unvollständigem Arcus maxillo-temporalis infra-jugalis.

a. Jochbein.

b. Processus zygomaticus des Schläfenbeines.

c. Processus zygomaticus des Oberkiefers.

α. Ganz anomale Spina zygomatica inferior des letzteren zum Ersatze der mangelnden vorderen unteren Ecke und mehr als der vorderen Hälfte des unteren Randes des Jochbeines.

Ueber die kataphorischen Veränderungen der feuchten porösen Körper.

Von

Hermann Munk.

Mit Taf. VI.

1. Einleitung.

Die Zusammensetzung der feuchten porösen Körper, die ihnen gewissermassen eine mittlere Stellung zwischen den festen Körpern und den Flüssigkeiten anweist, bringt eigenthümliche physikalische Erscheinungen an denselben mit sich, welche für den Physiker vielfach interessant, doch von grösster Bedeutung für den Physiologen sind, der es bei den Organismen fast überall mit solchen Körpern zu thun hat. Trotzdem sind die Erscheinungen von physiologischer Seite bisher sehr wenig untersucht worden; und die Vernachlässigung macht sich jetzt besonders fühlbar insoweit, als es sich um die Einwirkung der Elektricität auf die feuchten porösen Körper handelt, da mit Hülfe der Elektricität die Nerven und die Muskeln so vielfach und so ausgedehnt studirt sind. Ich habe deshalb, sobald sich mir die Möglichkeit darbot zu einem grösseren Fortschritte in dem Gebiete, als er bei einer früheren Gelegenheit mir gelungen war, die Untersuchungen wieder aufnehmen

zu müssen geglaubt; und ich will im Nachstehenden darlegen, was ich über die Folgen der kataphorischen (translatorischen) Wirkung des galvanischen Stromes ermittelt habe — zunächst für den Fall, dass ungleichartige Flüssigkeiten Zu- und Ableiter des Stromes sind.

Herr E. du Bois-Reymond hat 1860 ein eigenthümliches Widerstandsphänomen entdeckt, welches sich an gewissen feuchten porösen Körpern unter dem Einflusse des galvanischen Stromes darbietet[1]). Der Widerstand dieser Körper wächst nämlich mit der Dauer des Stromes bis zu einem Maximum, nach der Unterbrechung des Stromes nimmt er wieder ab, und noch rascher wird er durch den Strom in entgegengesetzter Richtung beseitigt, der freilich sodann seinerseits selbst wieder ein Wachsen des Widerstandes bedingt. Herr du Bois-Reymond hat den durch den Strom erzeugten Widerstand den secundären Widerstand genannt.

Um ein Beispiel zu nehmen, so befinde sich in dem Kreise einer zwanziggliederigen Grove'schen Säule eine Wiedemann'sche Bussole und ein 50 Mm. langes, 15 Mm. breites Prisma von hartgesottenem Hühnereiweiss, letzteres zwischen Bäuschen, die mit conc. Kupfervitriollösung getränkt sind, und welchen der Strom durch Kupfer in Kupfervitriollösung zugeführt wird; ein Pohl'scher Stromwender sei so in den Kreis aufgenommen, dass die Stromrichtung im Eiweissprisma und in der zuleitenden Vorrichtung allein, nicht also zugleich in den übrigen Theilen des Schliessungskreises umgekehrt werden kann. Die Erscheinung, um die es sich hier handelt, lässt sich alsdann, wenn wir zur Abscissenaxe die Zeit und zu Ordinaten die Spiegelablenkungen nehmen, graphisch durch Fig. 1 (Herrn du Bois-Reymond's Fig. 1 a. a. O. S. 849) darstellen. Bei 0 wird die Kette geschlossen: die Stromintensität nimmt entweder unmittelbar oder nach einer kurzen Zunahme dauernd ab, zuerst mit wachsender, dann mit abnehmender Geschwindigkeit und so beträchtlich, dass nach 10 — 20

---

1) Monatsberichte der Berliner Akademie d. Wiss. 1860. S. 846—906.

Minuten bei t etwa nur noch $^1/_{10}$ der anfänglichen Stromintensität besteht. Wird jetzt bei t die Stromrichtung im Eiweissprisma umgekehrt, so wächst die Stromintensität zuerst rasch, allmählich langsamer bis zu einem Maximum an und nimmt darauf wieder in der früheren Weise ab. Nach erneuter Umkehrung der Stromrichtung bei t_1 wiederholt sich Alles wie nach der ersten Umkehrung, u. s. w. Wäre bei t nicht die Stromrichtung umgekehrt, sondern der Strom unterbrochen worden, so wäre beim erneuten Schliessen nach mehreren Minuten wieder eine grössere Stromintensität zu constatiren gewesen. In solcher Weise kommt die Erscheinung ganz regelmässig zur Beobachtung, und über ihre nächste Deutung kann kein Zweifel sein. Die Polarisation der Kupferelektroden, die Polarisation an der Grenze von Kupfervitriollösung und Eiweiss, die innere Polarisation der Bäusche und des Eiweisses verschwinden gegen die grosse Kraft der Säule. Ueberhaupt aber kann das Sinken der Stromintensität während der Durchströmung nicht durch eine elektromotorische Gegenkraft bedingt sein; denn eine solche hätte unmittelbar nach der Umkehrung der Stromrichtung zur elektromotorischen Kraft der Säule sich hinzufügen und weiter allmählich abnehmen und der neuen Gegenkraft Platz machen müssen, und es hätte daher sogleich bei t resp. t_1 die Stromintensität beträchtlich gewachsen und danach in steter Abnahme begriffen erscheinen müssen. Es kann also nicht anders sein, als dass im Eiweiss — die Bäusche allein zeigen das Phänomen nicht — ein Widerstand durch den Strom erzeugt wird, der secundäre Widerstand, der durch den Strom in umgekehrter Richtung aufgehoben wird und auch nach der Unterbrechung des Stromes sich zerstreut.

Ausser dem hartgesottenen Eiweiss haben zwischen den Kupfervitriol-Bäuschen noch folgende Körper Herrn du Bois-Reymond den sec. Widerstand gezeigt: Kreide und Bimstein, lange in destillirtem Wasser gesotten; Schwefelblumen und Quarzsand, mit Wasser — der Quarzsand auch mit verdünnter Schwefelsäure — zu einem Brei angerührt und in Röhren gestopft; Blutkuchen und geschlagener Faserstoff von Rinderblut;

Speckhaut von Pferdeblut; (unter gewissen Bedingungen) erstarrter Leim; Prismen aus Kartoffeln, Aepfeln, Birnen und anderen organisirten Pflanzentheilen geschnitten; gesottene Hölzer; Fliesspapier - Bäusche mit destillirtem oder Brunnen-Wasser, verdünnter Schwefel- oder Salpetersäure oder auch mit neutraler chromsaurer Kalilösung getränkt; endlich die verschiedenen thierischen Gewebe. Dagegen ist zwischen denselben Bäuschen sec. Widerstand nicht zur Beobachtung gekommen an Stäben von Modellirthon, an geschlemmtem und mit dest. Wasser zu einem Brei angerührtem Sande der hiesigen Königl. Porzellan - Manufactur, endlich an Fliesspapierbäuschen, die mit der gesättigten Lösung von Zinkvitriol, schwefelsaurem Natron, Alaun, Chlornatrium, Chlorammonium, Quecksilberchlorid oder käuflicher Kalihydratlösung getränkt waren.

Am hartgesottenen Eiweiss trat der sec. Widerstand auch auf, wenn die zu- und ableitenden Bäusche, statt der Kupfervitriollösung, die gesättigten Lösungen von Zinkvitriol, salpetersaurem Silberoxyd, neutralem essigsauren Bleioxyd, Chlorzink oder Alaun, ferner verdünnte Schwefel- oder Salpetersäure enthielten; er kam aber nicht zur Erscheinung, wenn die Tränkung jener Bäusche mit gesättigter oder verdünnter Chlornatriumlösung, mit den gesättigten Lösungen von Chlorammonium, Chlorcalcium, Quecksilberchlorid, schwefelsaurem Natron, neutralem oder doppelt chromsaurem Kali, ferner mit Kalihydratlösung, Brunnenwasser, absolutem oder verdünntem Alkohol oder endlich mit Essigsäure stattgefunden hatte. Traten an die Stelle der Bäusche die entsprechenden freien Flüssigkeiten, so wurden dieselben Ergebnisse gewonnen. Selbst flüssiges Eiweiss in einer Glasröhre nahm zwischen gesättigter Kupfer- oder Zinkvitriollösung, nicht aber zwischen Kochsalzlösung, sec. Widerstand an.

Als vornehmlichen Sitz des sec. Widerstandes erkannte Herr du Bois-Reymond die Stromeintrittsstrecke des porösen Körpers, mit deren Entfernung zugleich der sec. Widerstand beseitigt war. Nur in einzelnen Fällen liess sich neben diesem äusseren sec. Widerstande noch ein innerer sec.

Widerstand in jedem Längenabschnitte des porösen Körpers constatiren. Auffallender Weise war dies blos bei den organisirten Pflanzentheilen der Fall und auch hier nur so lange, als die Stücke frisch und nicht gekocht waren. Es wuchs der innere sec. Widerstand mit der Stromdauer und mit der Stromdichte, der äussere sec. Widerstand mit der Stromdauer, mit der Stromintensität und mit der Verkleinerung der Berührungsfläche zwischen dem porösen Körper und dem stromzuführenden Bausche, mit der Dichte also des Stromes an der Stromeintrittsstelle des porösen Körpers.

Neben den Widerstandsveränderungen boten sich meist noch andere Veränderungen an den durchströmten porösen Körpern dar. Im Falle des Eiweisscylinders zwischen Kupfervitriol-Bäuschen zeigte sich der Cylinder nahe der Eintrittsfläche nach Art einer Rakete eingeschnürt, und zwar war die Würgung desto tiefer und desto mehr in der Richtung des Stromes vorgerückt, je länger der Strom eingewirkt hatte (vgl. Fig. 2 [1])). Zwischen der Eintrittsfläche und der Würgung sah das Eiweiss hellblau aus und fühlte sich sehr fest und derb an, die Würgung selbst war dunkelblaugrün gefärbt und hart wie Horn; noch weiter sah man auf Längsschnitten bläuliche Färbungen mehr oder minder ausgesprochen durch die übrige Masse des Eiweisses sich erstrecken. Das Austrittsende blieb weich und schwoll zu einem abgestumpften Kegel an, der zur Grundfläche die Austrittsfläche des Cylinders hatte. Nach dem Umkehren der Stromrichtung veränderte sich das neue Eintrittsende nach Art des früheren Eintrittsendes, das neue Austrittsende nach Art des früheren Austrittsendes, das letztere jedoch nur unvollkommen, weil die alte Würgung nicht ganz verschwand. Aehnlich waren die Veränderungen am Leim, am Knorpel und anderen porösen Körpern ebenfalls zwischen Kupfervitriol-Bäuschen, wie auch am Eiweiss, wenn die Bäusche mit manchen anderen Flüssigkeiten an Stelle der Kupfervitriollösung getränkt waren.

---

1) Copie von Herrn du Bois-Reymond's Fig. 4 a. a. O. S. 875. Die Figur zeigt die beträchtlicheren Formveränderungen, welche der Eiweisscylinder zwischen Kochsalz-Bäuschen erfährt.

Eine sichere Deutung des sec. Widerstandes gelang bei dem ersten grossartigen Anlaufe, der eine solche Fülle neuer Erfahrungen geliefert hatte, noch nicht. Immerhin aber haben Herrn du Bois-Reymond's Bemühungen um die Theorie, wie sich zeigen wird, auf die Keime der Theorie geführt; und da seine Betrachtungen sehr gut in das Verständniss der später zu behandelnden Vorgänge einführen, kann ich nicht anstehen, Herrn du Bois-Reymond's Gedankengang hier im Wesentlichen kurz wiederzugeben. Ich weiss dabei nichts Besseres zu thun, als, soweit es angeht, der eigenen Worte des Autors mich zu bedienen.

„Klar ist zunächst," sagt Herr du Bois-Reymond, „dass der Unterschied in dem Verhalten des Ein- und Austrittsendes, wie er sich uns beim Eiweiss . . u. s. w. zwischen Kupfersalzbäuschen dargeboten hat, zu bringen ist auf Rechnung jener überführenden oder . . kataphorischen Wirkung des Stromes. . . . Sobald der Strom begonnen hat, von Bausch zu feuchtem porösen Körper, von diesem zu Bausch überzugehen, reisst er auch die Flüssigkeiten darin mit sich, und treibt die Kupferlösung des Eintrittsbausches in das Eiweissprisma . . ., das Wasser . . aus diesem in den Austrittsbausch hinein. Es scheint beim ersten Blick, als müsse die Folge hiervon gerade das Umgekehrte vom äusseren secundären Widerstande sein. Man sollte meinen, das mit der besserleitenden Kupferlösung durchdrungene Eintrittsende, und somit der ganze feuchte poröse Körper, müsse an Widerstand verlieren. Es giebt aber noch etwas anderes zu bedenken. Die verschiedenen Elektrolyte unterliegen der Fortführung bekanntlich um so mehr, je schlechter sie leiten. Die Feuchtigkeit im Eiweiss wird also schneller nach dem Austrittsbausch zu wandern, als die Kupferlösung darin ihr Platz machen kann. Daher rührt die kegelförmige Anschwellung am Austrittsende . . Ebenso wird die Eiweissfeuchtigkeit das Eintrittsende schneller räumen, als die Kupferlösung aus dem Eintrittsbausch ihr folgen kann. Daher muss hier, an der Grenze beider Flüssigkeiten, eine an Wasser verarmte und deshalb geschrumpfte und hornig verhärtete Stelle entstehen, die sich aussen als Würgung bemerklich macht.

Die Würgung muss, wie die Erfahrung lehrt, mit der Dauer des Stromes an Tiefe und Breite zunehmen, denn mit dieser Dauer muss der Vorsprung wachsen, den die Eiweissfeuchtigkeit vor der Kupferlösung gewinnt. . . . So weit scheint Alles deutlich, und was liegt näher, als folgendermassen weiter zu schliessen. Die an Wasser verarmte Strecke muss nothwendig fast nichtleitend werden, und wirklich haben wir darin den eigentlichen Sitz des sec. Widerstandes erkannt. . . . Hört der Strom auf, so zieht das getrocknete Eiweiss rasch wieder Feuchtigkeit an. Darauf beruht die theilweise Wiederherstellung des Stromes durch das Oeffnen der Kette. Legt man die Wippe um, so wird die ausgedörrte Scheibe durch die mit dem Strome wiederkehrende Feuchtigkeit des Eiweisses bewässert, und der Strom geht schneller und viel weiter in die Höhe. . . . Mit dieser Theorie stimmt es zwar, dass mit Salzlösungen getränkte balkenförmige Bäusche, . . zwischen die Zuleitungsbäusche gebracht, keinen sec. Widerstand zeigen, insofern jene Lösungen etwa eben so schnell wandern mögen, wie die Kupferlösung der Zuleitungsbäusche. Die neutrale chromsaure Kalilösung machte hiervon eine Ausnahme; man müsste aber, um diesen Fall gehörig zu beurtheilen, erst noch mehr Versuche mit Lösungen angestellt haben, die mit Kupferlösung einen Niederschlag geben. Dagegen passt es entschieden nicht zur Theorie, dass geschlemmter Sand und Modellirthon keinen sec. Widerstand annehmen, dass letzterer, ohne eine Spur davon zu zeigen, die Kupferlösung mit der Zeit zu einem anderen feuchten porösen Körper, etwa Eiweiss, durch sich hindurch lässt, wo dann sec. Widerstand erscheint. Auch passt es nicht dazu, dass das flüssige Eiweiss, oder vielmehr das darin durch die Metallsalzlösung erzeugte Gerinnsel, sec. Widerstand giebt. Das Fortschreiten der Gerinnung im Rohr hat man sich dabei wohl so zu denken, dass ursprünglich an der Berührungsfläche des Eiweisses mit der Metallsalzlösung eine Schicht gerinnt, in der dann die kataphorische Wirkung vor sich geht. Weshalb nicht dasselbe auch am Austrittsende stattfinde, muss im Dunkel bleiben. Wie dem auch sei, man würde sich hier vergebens, so scheint es, nach den Bedingungen umsehen, auf die

wir die Theorie des äusseren sec. Widerstandes gegründet haben.“

„Und wirklich, wie wohlgelungen sie sich auch beim ersten Anblick ausnehmen mochte, in der Form, wie sie hingestellt wurde, ist die Theorie unhaltbar. Liessen sich auch jene beiden Schwierigkeiten wegerklären, sie fällt rettungslos vor der Thatsache, dass es mehrere Flüssigkeiten giebt, welche besser leiten und daher langsamer wandern als Kupferlösung, und welche keinen sec. Widerstand geben; und dass es umgekehrt eine Flüssigkeit giebt, die Höllensteinlösung, bei der, trotz dem sehr starken sec. Widerstande, die Würgung vermisst wird. Die Würgung kann also ohne den sec. Widerstand, und dieser kann ohne jene bestehen. Da aber die Würgung, wo sie mit dem sec. Widerstande zusammen vorkommt, sich als dessen eigentlichen Sitz erweist, so muss sie gleichwohl irgend welche Beziehung dazu haben. Die Frage scheint nur zu sein, weshalb die Würgung bei gewissen Flüssigkeiten nichtleitend werde, bei anderen nicht.“ Die Beantwortung dieser Frage gelingt nicht. Auch gewisse Erscheinungen bei Anwendung metallischer Elektroden bleiben unerklärt. „Unter solchen Umständen“, schliesst Herr du Bois-Reymond, „gebrach es mir vor der Hand an jedem Fingerzeig, um diese Untersuchung zu gutem Ende zu führen, und ich habe um so mehr geglaubt, dieselbe auf sich beruhen lassen zu dürfen, als mit der Einsicht, dass der äussere sec. Widerstand auf einer rein örtlichen Wirkung an der Grenze der zuleitenden Theile der Vorrichtung und der feuchten porösen Körper beruht, die Erscheinung überhaupt das allgemeine Interesse eingebüsst hat, das ihr anfangs zuzukommen schien.“

Noch unklarer blieb die Natur des inneren sec. Widerstandes. „Man kann leicht“, sagt Herr du Bois-Reymond, „mehrere Vermuthungen darüber aufstellen, wie der Strom innerhalb eines feuchten porösen Körpers einen Widerstand hervorrufen könne. Man kann sich z. B. den inneren sec. Widerstand als in dem nämlichen Verhältniss zur inneren Polarisation denken, wie den Uebergangswiderstand an der Grenze metallischer Elektroden zur Polarisation dieser letzteren. . . . . (Diese) Hypothese scheitert (aber) erstens an dem

Mangel an Proportionalität zwischen innerer Polarisation und innerem sec. Widerstande, zweitens daran, dass dieser Widerstand bis jetzt nur am frischen Pflanzengewebe beobachtet ist. Letzterer Umstand bricht überhaupt den Stab allen solchen Vermuthungen hinsichtlich des inneren sec. Widerstandes, die auf beliebige, mit Elektrolyten getränkte Capillar-Aggregate passen. Es ist vielmehr klar, dass es hier zunächst einer Annahme bedarf, wodurch wenigstens diese Art feuchter poröser Körper vorweg ausgeschlossen werde. Eine solche Annahme würde jetzt z. B. sein, dass der innere sec. Widerstand auf der häufigen Wiederholung der Bedingungen des äusseren sec. Widerstandes im Inneren eines Körpers beruhe, insofern man nämlich als allgemeinste Vorbedingung des äusseren sec. Widerstandes irgend welche Discontinuität der Leitung hinstellen kann. Allein es möchte schwer sein, in den frischen Pflanzengeweben eine sich oft wiederholende Discontinuität der Leitung zu entdecken, welche sich erstens auch nur einigermassen dem vergleichen liesse, was wir zur Erzeugung des äusseren sec. Widerstandes als nöthig erkannt haben, und welche sich zweitens nicht auch in den des inneren sec. Widerstandes unfähigen Thiergeweben nachweisen liesse. Der Fingerzeig endlich, den man darin hätte sehen können, dass die Pflanzengewebe, wenn sie durch das Kochen die Fähigkeit einbüssen, inneren sec. Widerstand anzunehmen, zugleich besser leitend werden, hat seine Bedeutung dadurch verloren, dass auch die Muskeln durch das Kochen an Leitungsgüte gewinnen, ohne darum im Zustande des Lebens des inneren sec. Widerstandes fähig zu sein."

So lagen die Dinge, als ich selber, gerade vor einem Jahrzehnt, auf das Gebiet geführt wurde durch die Wahrnehmung, dass der Nerv, auch wenn er zwischen plastischem Thone durchströmt war, durch dessen Tränkung mit verdünnter Kochsalzlösung nach Hrn. du Bois-Reymond der äussere secundäre Widerstand, dessen allein der Nerv fähig, ausgeschlossen sein sollte, doch secundären Widerstand annahm. Das Auftreten dieses Widerstandes erwies sich aber als an eine besondere Bedingung geknüpft: er zeigte sich nämlich regelmässig

in allen Fällen, wenn eine mittlere Stelle des Nerven, eine Stelle des natürlichen Längsschnittes, dem Strome zum Eintritte diente, und sein Sitz ergab sich alsdann in der Stromeintrittsstrecke; er blieb dagegen ganz aus, wenn der Strom durch die Querschnittfläche in den Nerven eintrat, mochte auch die Berührung des Nerven und des Stromzuleiters hier eine viel weniger ausgedehnte, als in jenem ersten Falle, sein. Die den Strom zu- und abführende Flüssigkeit konnte in ihren Eigenschaften so gleichartig als möglich der in dem Nerven enthaltenen Flüssigkeit gewählt werden, ja, der Nerv selbst konnte Zu- und Ableiter des Stromes sein, die Erscheinungen am Nerven blieben immer dieselben. War der Nerv zwischen Flüssigkeiten durchströmt, die in ihren Eigenschaften von der Nervenflüssigkeit wesentlich abwichen und nach Hrn. du Bois-Reymond's Erfahrungen äusseren sec. Widerstand am Nerven hervorriefen, so trat dieser äussere sec. Widerstand ausnahmslos an der Stromeintrittsstrecke auf, gleichviel ob der Strom am Längsschnitte oder am Querschnitte in den Nerven eintrat; und hier war dann durch den äusseren sec. Widerstand hindurch noch wahrnehmbar jener vorbesprochene sec. Widerstand, der vom Eintritte des Stromes am Längsschnitte des Nerven abhängig war. Nach alledem war es klar, dass der Nerv, ganz unabhängig von der Art der Zu- und Ableitung des Stromes und eventuell neben dem äusseren sec. Widerstande, auch inneren sec. Widerstand annahm, sobald und wo die Stromfäden nicht parallel der Längsaxe des Nerven verliefen, sondern unter einem Winkel gegen diese Axe gerichtet waren und somit in regelmässigem Wechsel Scheide und Inhalt der einzelnen Fasern des Nerven durchsetzten. Und dieses Ergebniss liess sich dann auch noch auf dieselbe Weise darthun, wie Hr. du Bois-Reymond den inneren sec. Widerstand an den frischen Pflanzengeweben überhaupt constatirt hatte, allerdings nicht am Nerven selber wegen dessen geringer Grösse, dafür aber an dem in Bau und Verhalten hier dem Nerven gleichenden Muskel. Zwei gleich grosse und recht lange prismatische Muskelstücke waren, das eine der Fleischfaserung parallel, das andere senkrecht darauf, in gleicher

Weise von Grundfläche zu Grundfläche durchströmt, und mit Hülfe seitlich angelegter Elektroden wurde das Verhalten des mittelsten Abschnittes eines jeden Prismas von Zeit zu Zeit in Hinsicht auf seinen Widerstand untersucht: am längsdurchströmten Muskel nahm dieser Widerstand durch den Strom ab, am querdurchströmten Muskel nahm er zu, — der dort sichtbare Einfluss der Erwärmung wurde hier noch beträchtlich überwogen durch den inneren sec. Widerstand.

Das Interesse, welches sich für mich an diese Erfahrungen knüpfte, bestand zunächst darin, dass durch sie eine Einsicht in bis dahin unbekannte physikalische Vorgänge im durchströmten Nerven — Flüssigkeitsbewegungen eigener Art innerhalb und ausserhalb der Elektroden — angebahnt wurde, eine Einsicht, die für die Zurückführung der physiologischen Erscheinungen am Nerven auf dessen physikalisch-chemische Veränderungen von Bedeutung sein musste; und immer in der Richtung auf dieses Ziel habe ich meine Untersuchungen angestellt und in einer kurzen Uebersicht in diesem Archiv, 1866, S. 369, ausführlich zu einem Theile im ersten Bande meiner „Untersuchungen über das Wesen der Nervenerregung“, (Leipzig) 1867 veröffentlicht. Das Studium des sec. Widerstandes feuchter poröser Körper an sich trat dagegen in den Hintergrund. Aber doch konnte ich mich auch für meine Zwecke des Verständnisses des inneren sec. Widerstandes nicht entrathen. Durch die Erkenntniss, dass dieser Widerstand nicht nur den zelligen Pflanzentheilen, sondern auch dem Muskel- und Nervengewebe zukommt, wenn hier der Strom Hülle und Inhalt der Fasern nach einander durchfliesst, war ein wesentliches Hemmniss beseitigt. Von Hrn. Wiedemann's und Hrn. G. Quincke's Ermittelungen über die Fortführung der Flüssigkeit in Capillaren und Capillar-Aggregaten ausgehend, vermochte ich die accessorischen oder kataphorischen Widerstandsveränderungen zu entwickeln, welche in den homogenen feuchten porösen Körpern bei der Zu- und Ableitung des Stromes durch ungleichartige Flüssigkeiten oder ungleichartige poröse Gerüste auftreten müssen, und von welchen der äussere sec. Widerstand du Bois-Reymond's eine Theiler-

scheinung ausmacht. Für die anhomogenen feuchten porösen Körper, bei welchen auf der Strombahn Substanzen mit ungleichem Gerüstbau oder ungleichartiger Flüssigkeit mehrfach abwechseln, liess sich dann weiter die Nothwendigkeit einer öfteren Wiederholung gewisser kataphorischer Widerstandsveränderungen im Inneren der Körper ableiten. Und für die so gegebene Theorie des äusseren und des inneren sec. Widerstandes, richtiger der kataphorischen Widerstandsveränderungen homogener und anhomogener feuchter poröser Körper fanden sich sowohl in Hrn. du Bois-Reymond's wie in meinen Untersuchungen zahlreiche experimentelle Belege.

Hier sind es die kataphorischen Widerstandsveränderungen und die ihnen zu Grunde liegenden Vorgänge in den feuchten porösen Körpern im Allgemeinen, welchen, ohne besondere Rücksicht auf die physiologischen Erscheinungen am Nerven, die folgenden Untersuchungen gewidmet sind. Als ich jene Theorien veröffentlichte, habe ich mir keinesweges das Missliche verhehlt, das darin lag, dass ich sie mit eigenen Untersuchungen nur am Nerven und Muskel, nicht aber an anderen porösen Körpern und überdies nicht in allen wesentlichen Punkten experimentell zu stützen vermochte. Dem Mangel abzuhelfen, hätte mich weder das schon von Hrn. du Bois-Reymond geschilderte ungemein Mühselige der Versuche abgehalten, noch wohl selbst das Bedenken, dass ich damit gar zu weit von meiner eigentlichen, oben angezeigten Aufgabe mich entfernte. Vielmehr sah ich von vorne herein jede Aussicht auf einen vollen Erfolg dadurch abgeschnitten, dass es mir nicht gelingen wollte, einen porösen Körper, wie ihn die Untersuchung durchaus erforderte, zu finden, einen Körper, dessen Gerüst von bekannter chemischer Constitution an Weichheit dem des hartgesottenen Hühnereiweisses ähnelte, und der im trockenen Zustande gleichmässig, ohne Veränderung des Gerüstes, mit verschiedenen Flüssigkeiten sich tränken liess. An diesem Uebelstande scheiterten auch in der That alle meine wiederholten späteren Bemühungen, bis ich endlich im vorigen Jahre das Langegesuchte in einem Körper entdeckte, der alltäglich durch meine Hände gegangen war, auf dessen

Prüfung ich aber in Folge der widerstreitenden Angaben des Hrn. du Bois-Reymond nicht eher verfallen war, — in dem plastischen Thone. Dieser an sich unscheinbare Fund war es, der die Durchführung der folgenden Untersuchungen ermöglichte.

Es ist schon vorhin Gebrauch davon gemacht worden und lässt sich auch, will man zum rechten Verständniss der Dinge hier gelangen, gar nicht umgehen, dass man die feuchten porösen Körper einmal in homogene und anhomogene, zweitens in harte und weiche poröse Körper scheidet. Ich nenne homogen oder einfach einen feuchten porösen Körper von der Beschaffenheit, dass, wenn man denselben in beliebiger Richtung in kleinste Abschnitte zerlegt, weder die verschiedenen Partien des einzelnen Abschnittes noch die verschiedenen, bei derselben oder bei verschiedener Schnittrichtung gewonnenen ganzen Abschnitte hinsichts des Gerüstes oder hinsichts der eingeschlossenen Flüssigkeit wesentliche Verschiedenheiten darbieten. Wo diese Bedingung sich nicht erfüllt findet, ist der feuchte poröse Körper anhomogen oder zusammengesetzt. Der mit Flüssigkeit erfüllte gebrannte Thon, der plastische Thon, das hartgesottene Hühnereiweiss sind also homogene, die thierischen und die pflanzlichen Gewebe anhomogene feuchte poröse Körper. Hinwiederum sind manche feuchte poröse Körper, z. B. der gebrannte Thon und die Kreide mit Flüssigkeit erfüllt, starr, d. h. sie haben ein starres Gerüst mit unveränderlichen Hohlräumen: im Inneren dieser Körper kann nirgends eine Vermehrung des Flüssigkeitsgehaltes statthaben, und der Verlust ihres flüssigen Inhaltes ist an die Bedingung des entsprechenden Eintrittes von Luft geknüpft, ohne dass die Gestalt der Körper in Mindesten sich verändert. Andere feuchte poröse Körper dagegen — es gehören hierher z. B. das hartgesottene Hühnereiweiss und die thierischen und pflanzlichen Gewebe — sind weich, d. h. ihre Gerüsttheile sind verschiebbar und ihre Hohlräume veränderlich: ihr Flüssigkeitsgehalt kann unter Vergrösserung der Hohlräume und Volumenzunahme bis zu einer gewissen Grenze wachsen, und umgekehrt ist jeder Flüssigkeitsverlust von einer Gestaltsver-

änderung der Körper begleitet, indem unter Collabiren der Hohlräume ihr Volumen abnimmt. Das „Schwinden“ bei der Vertrocknung, das für die weichen porösen Körper charakteristisch ist, giebt zugleich ein brauchbares Maass der Weichheit ihrer Gerüste; es ist danach z. B. das Gerüst des hartgesottenen Hühnereiweisses oder des Muskels viel weicher als das des plastischen Thones oder des Holzes.

Im natürlichen Fortschritte vom Einfacheren zum Verwickelteren hatte die Untersuchung mit den homogenen vor den anhomogenen, mit den harten vor den weichen feuchten porösen Körpern sich zu befassen, und meine Darlegung wird denselben Gang einhalten. Auch soll bei den homogenen Körpern der Fall, dass die Aussenflüssigkeit schlechter leitet als die Binnenflüssigkeit, dem umgekehrten Falle voraufgehen. Unter Binnenflüssigkeit verstehe ich die in dem porösen Körper enthaltene Flüssigkeit, unter Aussenflüssigkeit die zu- und ableitende Flüssigkeit; wo zu beiden Seiten des Körpers von vorne herein verschiedene Flüssigkeiten angewandt sind, unterscheide ich dieselben nach der ersten Richtung des Stromes als Zuleitungs- und als Ableitungsflüssigkeit. Gewissermassen als Typen der homogenen porösen Körper betrachten wir zunächst den gebrannten Thon und den plastischen Thon. Auch heften wir uns an die vier Flüssigkeiten: destillirtes Wasser, concentrirte Zinkvitriollösung, concentrirte Kochsalzlösung und verdünnte Schwefelsäure (1:19 dem Volumen nach), welche vorerst allein als Aussen- und als Binnenflüssigkeit Verwendung finden.

Zum Zwecke vollster Uebersichtlichkeit ist meine Versuchsanordnung, welche der von Hrn. du Bois-Reymond getroffenen im Wesentlichen entsprach, in Fig. 3 schematisch dargestellt. K ist die Säule, B die in geeignetem Abstande vom Magnet M befindliche Rolle der Wiedemann'schen Bussole, R ein du Bois'scher Rheochord, S ein du Bois'scher Schlüssel, W ein Rheostat, der metallische Widerstände von 500 bis zu 100,000 S. E. zur Verfügung stellte, ZZ sind die Zuleitungsgefässe, bb_1b_1 die Bäusche, C der feuchte poröse Versuchskörper. Die Wippe α diente zur Schliessung des

Säulenkreises, der Stromwender β zur Umkehrung der Stromrichtung ausschliesslich in ZCZ, die Wippe γ endlich zur Einschaltung eines metallischen Widerstandes an Stelle von ZCZ, um die Veränderungen, welche K mit der Zeit erfuhr, klarzustellen. Vermittelst R wurde der Stromzweig, der durch die Bussolrolle floss, passend abgestuft. Die Zuleitungsgefässe ZZ waren du Bois' viereckige Porzellangefässe[1]), deren jedes bis über seinen Karnies mit concentrirter Zinkvitriollösung gefüllt war und eine Elektrodenplatte von verquicktem Zink enthielt; weshalb ich den Porzellangefässen vor den neueren Zink-Zuleitungsgefässen den Vorzug gab, wird später ersichtlich werden. In die Flüssigkeit von ZZ tauchten die rechtwinklig gekrümmten Gefässbäusche bb, welche aus je zwei Bogen schwedischen Filtrirpapieres hergestellt und mit conc. Zinkvitriollösung getränkt waren; ihre einander zugewandten verticalen Flächen waren sehr sauber beschnitten. Die prismatischen Hülfsbäusche b_1b_1 waren aus je $1^1/_2$ Bogen schwed. Filtrirpapieres angefertigt und mit einer der vier oben genannten Flüssigkeiten getränkt. Sie ruhten auf den Glasplatten zweier allgemeinen Träger, und von ihren gleichfalls scharf beschnittenen breiten verticalen Flächen wurden die äusseren in gute Berührung mit den verticalen Flächen der Gefässbäusche gebracht, den inneren der auf einer dreieckigen Glasplatte befindliche Versuchskörper angelagert. Alle Bäusche waren 55 Mm. breit und 15—20 Mm. dick, die Länge der Hülfsbäusche betrug 20—25 Mm. Für die Versuche mit conc. Zinkvitriollösung als Aussenflüssigkeit wurden oft die Hülfsbäusche ganz fortgelassen und der Versuchskörper unmittelbar zwischen den Gefässbäuschen eingeschaltet.

Die Bäusche vertraten die Stelle freier Flüssigkeit für die Zu- und Ableitung des Stromes. Wollte man, um in Wahrheit freie Flüssigkeit zu verwenden, die Versuchskörper bogenförmig mit ihren Enden in die Flüssigkeit tauchen, so stiesse man bei manchen Körpern auf die Schwierigkeit, dass sie gar nicht in der geeigneten Form zu beschaffen wären; und überall träten die wesentlichen Uebelstände ein, dass einmal der Stromein- und der Stromaustritt weder ausschliesslich an den End-

1) Abhandl. der Berliner Akademie d. Wiss. 1862. S. 89.

flächen noch überhaupt unverändert erfolgten, und dass zweitens die Vorgänge in der Nähe der Endflächen nicht deutlich genug zu beobachten wären. Wo es anginge, wäre es daher besser, wenn man die Enden der horizontal gelagerten Körper in seitlichen Ausschnitten der Zuleitungsgefässe wasserdicht befestigte. Aber durch dieses oder ähnliche Verfahren würde die grosse Umständlichkeit der Versuche noch beträchtlich erhöht sein, und die Verwendung reichlich getränkter Fliesspapierbäusche macht in der Richtung alle Mühe überflüssig. Denn mag im Uebrigen die Flüssigkeit frei oder eingeschlossen sein, offenbar kommt es nur darauf an, dass an den Endflächen des Versuchskörpers immer in ausreichender Menge freie Flüssigkeit sich befindet; und dass dies bei den Bäuschen der Fall, davon überzeugt man sich leicht durch den Augenschein, und das verbürgen auch die Ergebnisse der Versuche selbst. Ich legte die Bäusche immer von Flüssigkeit strotzend auf und habe über acht Stunden lang mit ihnen arbeiten können, ohne dass die Schicht freier Flüssigkeit an ihrer breiten verticalen Fläche sich verloren hatte.

Die Grösse eben dieser Fläche gegenüber den kleinen Endflächen der Versuchskörper gestattet es auch, trotz der Verunreinigung, welche die Bäusche durch die ungleichartigen Flüssigkeiten der Versuchskörper erfahren, mehrere Versuche hinter einander mit den nämlichen Bäuschen anzustellen, wenn man nur verschiedene Stellen derselben zu Anlagerungsstellen der Versuchskörper nimmt. Enthielten die Hülfsbäusche conc. Zinkvitriollösung, so hat man sie dann nur längere Zeit in vieler Zinkvitriollösung aufzubewahren, um sie von Neuem verwenden zu dürfen; offenbar weil die Flüssigkeitsmengen, welche aus den Versuchskörpern austreten, immer nur sehr gering sind, erhält man mit so restituirten Bäuschen dieselben Ergebnisse wie mit frischen Bäuschen. Bei Hülfsbäuschen, die mit anderen Flüssigkeiten getränkt sind, ist eine ähnliche Restitution nicht zulässig wegen der Verunreinigung, die zugleich auf der anderen Seite durch die Zinklösung der Gefässbäusche erfolgt ist; solche Hülfsbäusche müssen immer frisch aufgelegt werden und können nur etwa während der Arbeitszeit eines

Tages unbedenklich benutzt werden, Wasserbäusche sind sogar schon nach 2—3 Versuchen zu erneuern. Noch ungleich misslicher ist die Verunreinigung der schwieriger herzustellenden Gefässbäusche durch die Hülfsbäusche, und sie lässt sich nicht dadurch umgehen, dass man prismatische mit Zinkvitriollösung getränkte Bäusche zwischen die Gefäss- und die Hülfsbäusche einschaltet, weil dann eine gute Aneinanderlagerung aller feuchten Theile im Kreise zu schwer zu erzielen ist. Um nicht auch diese Gefässbäusche zu oft erneuern zu müssen, arbeitete ich immer während eines ganzen Tages mit derselben Aussenflüssigkeit, drückte danach die Gefässbäusche so weit als möglich aus und liess sie mindestens für 15 Stunden, meist (indem ich mit mehreren Paaren von Gefässbäuschen wechselte) während einiger Tage in vieler reiner Zinklösung liegen. Doch war dies eben nur ein Auskunftsmittel, das die feinere Ausführung der Untersuchung erleichterte; für alle Hauptversuche, wie für alle entscheidenden Versuche blieb Nichts übrig, als, wie frische Hülfsbäusche, so auch frische Gefässbäusche zu verwenden.

Durch den grossen Querschnitt, welchen ich den Bäuschen ertheilte, war der Widerstand der zuleitenden Vorrichtung möglichst klein gemacht. Trotzdem war es unumgänglich, diesen Widerstand und seine Veränderungen während der Durchströmung, den analogen Verhältnissen am Versuchskörper gegenüber, stetig im Auge zu behalten. Was ich in dieser Beziehung zu bemerken habe, wird am Besten bei der folgenden Darlegung der Versuche selbst seine Stelle finden.

2. Besserleitende Binnenflüssigkeit und schlechterleitende Aussenflüssigkeit. Gebrannter Thon.

Ist ein aus einer Platte von gebranntem Thone hergestelltes Prisma, das mit conc. Zinkvitriollösung getränkt ist, zwischen Bäuschen, welche conc. Zinkvitriollösung enthalten, von Grundfläche zu Grundfläche durchströmt, so zeigt die Stromintensität dasselbe Verhalten, wie wenn die Bäusche unmittelbar an einander gelegt sind. In Folge der thermischen Wirkung des Stromes wächst sie in den ersten Minuten nach der Schliessung

zu einem Maximum an, danach aber erhält sie sich unverändert, selbst wenn mit der Stromrichtung öfters gewechselt wird; nach jedem Umlegen der Wippe bleibt der Spiegel auf denselben Scalentheil, wie vor dem Umlegen, eingestellt. Auch die Inspection des Thonprisma's lässt nicht die mindeste Veränderung an demselben erkennen. Nur unter absonderlichen Bedingungen, die nicht weiter von Interesse sind, bei Verwendung übergrosser Stromeskräfte oder bei stundenlanger Schliessungsdauer, tritt an die Stelle der Constanz eine langsame Abnahme der Stromintensität; das Umlegen der Wippe ist dann übrigens ebenso erfolglos wie sonst.

Ganz anders gestalten sich die Dinge, wenn, wiederum bei conc. Zinkvitriollösung als Aussenflüssigkeit, das Prisma von gebranntem Thone mit verd. Schwefelsäure getränkt ist. Wie es Fig. 4 graphisch darstellt, nimmt jetzt die Stromintensität nach der Schliessung des Kreises rasch mit verzögerter Geschwindigkeit ab; nach der Umkehrung der Stromrichtung nimmt sie beträchtlich, aber mit der Zeit immer langsamer, zu, erreicht ein Maximum und nimmt danach mit anfangs beschleunigter, später verzögerter Geschwindigkeit von Neuem ab; nach wiederholter Umkehrung wiederholt sich das Nämliche. Die eigenthümlichen Schwankungen der Stromintensität, wie sie der äussere sec. Widerstand du Bois-Reymond's mit sich bringt, und wie sie Fig. 1 für den Fall des Eiweissprisma's zwischen Kupfervitriol-Bäuschen vorführte, treten also auch recht beträchtlich bei unserem Schwefelsäure-Thone auf.

Und doch wird, im Widerspruche mit dem du Bois'schen Erklärungsversuche, die Schwefelsäure langsamer durch den Strom fortgeführt als die schlechterleitende Zinklösung. Und doch könnte ferner, wiederum entgegen jenem Erklärungsversuche, an unserem Thonprisma, in Folge ungleichmässiger Fortführung des flüssigen Inhaltes, nicht nur keine Gestaltsveränderung erfolgen, sondern nicht einmal ein beträchtlicher Flüssigkeitsverlust statthaben, da, nach Hrn. Jamin's Versuchen an varicösen Röhren und porösen Körpern [1]), blos in gewissen oberflächlichen Poren

1) Compt. rend. T. 50. p. 172—6; 311—4; 385—9.

des Thones dann Luft an die Stelle der Flüssigkeit würde treten können. In anderer Weise also, das ist klar, müssen unsere Intensitätsveränderungen ihre Erklärung finden, und nur das wird festzuhalten sein, dass Widerstandsveränderungen ihnen zu Grunde liegen: dafür bleiben alle S. 243 geltend gemachten Gründe bestehen.

Sobald der Kreis geschlossen, wird die Binnenflüssigkeit durch den Strom fortgeführt, und neue Flüssigkeit vom Zuleitungsbausche her muss in den Thon hinein nachrücken. Man sieht auch am Stromeintrittsende des Thonprisma's sehr bald eine andersgefärbte, dunklere Strecke auftreten und mit der Zeit an Ausdehnung in der Richtung des Stromes wachsen. Die gutleitende Schwefelsäure wird also im Thonprisma mit der Dauer der Durchströmung immer mehr durch die schlechtleitende Zinklösung ersetzt, und Nichts ist natürlicher, als dass der Widerstand des Thonprisma's rasch zunimmt. Wenn diese Zunahme mit abnehmender Geschwindigkeit erfolgt, so findet sich die Ursache in der Abnahme der Stromintensität, welche durch das Wachsen des Widerstandes bedingt ist, und mit welcher die Grösse der Fortführung und der Erwärmung abnimmt, wie auch darin, dass der gleiche Flüssigkeitsersatz von um so geringerer Bedeutung für den Widerstand der Thonprisma's sein muss, je mehr dieser Widerstand bereits gewachsen ist.

Nach dem Wechsel der Stromrichtung, könnte man nun meinen, müsste aus der ursprünglichen Stromeintrittsfläche des Prisma's gerade soviel Zinklösung austreten, als an der neuen Stromeintrittsfläche eindränge; der Widerstand des Prisma's müsste daher bei der zweiten Stromrichtung so lange constant bleiben, bis alle Zinklösung aus der ursprünglichen Eintrittsstrecke wieder vertrieben wäre, und dann in derselben Weise, wie vor dem Wechsel der Stromrichtung, zunehmen. Dem ist jedoch nicht also; denn, wie die genauere Ueberlegung ergiebt, sind die Flüssigkeiten, welche gleichzeitig ein- und austreten, durchaus nicht gleiche Zinklösungen. Durch die Diffusion wird während der ersten Stromrichtung in der Stromeintrittsstrecke des Thonprisma's ein allmählicher Uebergang

von der reinen Schwefelsäure zur reinen Zinkvitriollösung hergestellt werden; und in der That sieht man bei unserem Durchströmungsversuche die vorhin erwähnte verfärbte Endstrecke ganz unmerklich in das unveränderte Thonstück auslaufen. Begünstigen wird auch den allmählichen Uebergang die unbewegliche dünne Schicht der Binnenflüssigkeit, welche an der Wandung der Capillaren und der Poren des Thones beim Eindringen der Zinkvitriollösung haften bleibt und nur mit der Zeit an Dicke verliert[1]). Auf der anderen Seite wird während der ersten Stromrichtung in der Stromaustrittsstrecke des Thonprisma's selbst zwar, gerade in Folge der Flüssigkeitsfortführung, eine Veränderung der Binnenflüssigkeit durch Diffusion nicht erfolgen; dafür aber wird die aus dem Thone ausgeführte Flüssigkeit mit der freien Flüssigkeit zur Seite der Stromaustrittsfläche des Thonprisma's und mit der benachbarten Flüssigkeit im Ableitungsbausche mehr und mehr so sich mischen, dass auch hier ein allmählicher Uebergang von der reinen Schwefelsäure zur reinen Zinkvitriollösung sich herstellt. Wechseln wir nun die Stromrichtung, so wird aus der ursprünglichen Stromeintrittsfläche zuerst schlechtestleitende Flüssigkeit, ohngefähr vom Widerstande der Zinkvitriollösung, und mit der Zeit immer besser leitende Flüssigkeit, die an Widerstand der Schwefelsäure mehr und mehr sich nähert, aus dem Thonprisma austreten; und durch die ursprüngliche Stromaustrittsfläche wird zuerst bestleitende Flüssigkeit, ohngefähr vom Widerstande der Schwefelsäure, und mit der Zeit immer schlechter leitende Flüssigkeit, die der Zinkvitriollösung an Widerstand immer näher kommt, in das Thonprisma eintreten. Der Widerstand des Thonprisma's muss also vom Wechsel der Stromrichtung an mit verzögerter Geschwindigkeit abnehmen, ein Minimum erreichen und darauf wieder zunehmen.

Gerade das aber ist es, was wir beobachtet haben. Und wenn hinsichts des Minimum's des Widerstandes nach dem

---

1) Vgl. Duclaux, Ann. de Chim. et de Phys. (4. Sér.) T. 25. p. 433 sq.

Wechsel der Stromrichtung noch weiter aus der Ueberlegung fliesst, dass es zu einer Zeit erreicht sein muss, wenn noch lange nicht alle Zinklösung aus der ursprünglichen Eintrittsstrecke verdrängt ist, so lässt auch dies sehr wohl sich constatiren. Beobachten wir nämlich unser Thonprisma während der zweiten Stromrichtung, so finden wir, dass, während an dem neuen Stromeintrittsende eine zweite andersgefärbte Endstrecke, nicht ganz so dunkel wie die erste, in langsam wachsender Länge auftritt, unsere erste verfärbte Endstrecke allmählich sich verkürzt, jedoch so, dass sie zur Zeit, wenn die Stromintensität wieder abzunehmen beginnt, immer noch $^5/_6$—$^3/_4$ ihrer grössten Länge besitzt. Aber noch mehr: ein besonderer und entscheidender Versuch setzt für sich die Richtigkeit der Ueberlegung ausser Zweifel. Zwei gleiche Thonprismen A und B lassen wir nach einander in gleicher Weise durchströmt werden, A ganz wie wir es bisher gewohnt waren, B mit einer kleinen Modification. Wir lagern nämlich unmittelbar vor dem Wechsel der Stromrichtung die Stromaustrittsfläche von B einer neuen Stelle des Ableitungsbausches an und streifen zugleich während der Uebertragung den an derselben Fläche hängen gebliebenen Flüssigkeitstropfen mit dem Finger ab. Die Manipulation erfordert nur einige Secunden, und sobald sie vollbracht, stellt sich der Spiegel ganz so ein, wie wenn gar Nichts vorgefallen wäre; nicht zu verwundern, da die Oeffnung des Kreises von so kurzer Dauer und die Veränderung der Flüssigkeit zur Seite des Thonprisma's ohne Einfluss auf den Widerstand des Kreises ist. Sofort legen wir nun den Stromwender um; und während soweit die Intensitätsveränderungen bei A und bei B durchaus die gleichen waren, sehen wir jetzt die Intensitätsveränderungen bei B von denen bei A in der Weise abweichen, dass die Zeitdauer des Anwachsens der Intensität bei B beträchlich verkürzt und das Maximum, welches die Intensität wiedererlangt, bei B beträchtlich herabgesetzt ist. Indem wir an die Stelle des Gemisches von Zinkvitriollösung und Schwefelsäure zur Seite der Stromaustrittsfläche des Thonprisma's reine Zinkvitriollösung brachten, ist also die Zunahme der Stromintensität beim Beginne der

zweiten Stromrichtung zum grössten Theile fortgefallen. Dass ein Rest der Zunahme übrig geblieben, ist nur natürlich, da von der Flüssigkeit, welche an der Austrittsfläche des Thonprismas B haftete, ein Theil bei der Uebertragung doch noch zurückblieb.

Nach dem zweiten Umlegen der Wippe, nach der Rückkehr also zur ersten Stromrichtung, gilt dieselbe Ueberlegung wie nach dem ersten Umlegen. Die erste verfärbte Endstrecke wird wieder allmählich länger, während die zweite sich mehr und mehr verkürzt; und es bedarf nur des Vergleiches der nunmehr ein- und austretenden Flüssigkeiten hinsichts ihrer Leitungsfähigkeit, um das Verhalten der Stromintensität, welches Fig. 4 zeigt, sofort als Nothwendigkeit zu erkennen. Nicht minder ist es ohne Weiteres verständlich, was ferner die Versuche ergeben: dass, wenn die Wippe umgelegt wird, ehe bei der zweiten Stromrichtung das Maximum der Intensität erreicht ist, gar keine anfängliche Zunahme der Stromintensität nach dem Umlegen eintritt, und dass andererseits diese Zunahme desto länger andauert und desto beträchtlicher ist, je länger und je mehr die Intensität vor dem zweiten Wechsel der Stromrichtung abgenommen hatte.

Hat der Versuchskörper eine andere Gestalt als die prismatische, bei welcher alle gleichen Längenabschnitte des Körpers zu Anfang gleichwerthig für den Widerstand des Körpers sind, so hat man, um auch dann die Widerstandsveränderungen zu verstehen, nur nöthig, noch den ungleichen Werth der verschiedenen Körperabschnitte in Rechnung zu bringen. Das interessanteste Beispiel geben Thon-Dreiecke ab, d. h. Thonstücke in der Form eines gleichschenkligen Dreiecks mit etwas abgestumpfter Spitze zugeschnitten, bei welchen man das eine Mal an der Spitze, das andere Mal an der Basis den Strom eintreten lässt. Sind solche Thon-Dreiecke, bei conc. Zinkvitriollösung als Aussenflüssigkeit, mit eben derselben Flüssigkeit getränkt, so ist es gleichgültig, in welcher Richtung sie zuerst durchströmt sind; das Verhalten der Stromintensität ist immer dasselbe wie bei Thonprismen unter denselben Bedingungen. Enthalten aber die Thon-Dreiecke, bei conc. Zink-

vitriollösung als Aussenflüssigkeit, verdünnte Schwefelsäure, so gewinnt man Ergebnisse, wie sie in Fig. 5 dargestellt sind[1]); und zwar beziehen sich die ausgezogenen Curven auf den Fall, dass zuerst die Spitze dem Strome zum Eintritte diente, die gestrichelten Curven auf den anderen Fall, dass die Basis die erste Stromeintrittsfläche war. Der Vergleich der Curven von Fig. 5 mit einander und mit denen von Fig. 4 legt es so klar dar, wie die Form in der angegebenen Weise ihren Einfluss übt, dass ich jeder weiteren Erörterung überhoben bin; und ich glaube eher umgekehrt darauf aufmerksam machen zu müssen, wie, unseren Einfluss der Form vorausgesetzt, das Verständniss der Widerstandsveränderungen, welches wir oben an den Thonprismen gewonnen haben, in den Ergebnissen der Thon-Dreiecke auf das Schönste sich bestätigt.

Wird die Durchströmung für einige Zeit unterbrochen, so zeigt sich nach der Wiederschliessung die Stromintensität ausnahmslos gesunken und zwar desto mehr, je länger die Unterbrechung angedauert hatte. Alsdann setzt die Stromintensität die Bewegung, in welcher sie durch die Unterbrechung gestört wurde, war es ein Ansteigen oder Sinken, regelmässig fort; und nur wenn zur Zeit der Oeffnung des Kreises die Stromintensität schon sehr langsam abnahm oder die Zunahme der Stromintensität jüngst der neuen Abnahme Platz gemacht hatte, geht nach der Wiederschliessung eine kurze und unbedeutende Zunahme der Abnahme der Stromintensität vorauf. Sieht man deshalb von den ersten Minuten nach der Wiederschliessung ab, in welchen die erneute Erwärmung des Versuchskörpers sich mehr oder weniger geltend macht, so bildet die neue Curve der Stromintensität immer die parallel der

1) Es sei hier sogleich im Allgemeinen für die Figuren angemerkt, dass die gleichen Ordinaten - Längen in den verschiedenen Figuren verschiedene Stromintensitäts - Werthe repräsentiren. Die Ordinate der anfänglichen Stromintensität ist jedesmal so genommen, wie es der allein massgebende Gesichtspunkt wünschenswerth erscheinen liess, dass die Veränderungen der anfänglichen Stromintensität während des Versuches in ihrem Verlaufe wie in ihrer Grösse deutlich hervorträten.

Abscissenaxe verschobene Fortsetzung der alten, vor der Unterbrechung gewonnenen Curve, mit der Massgabe jedoch, dass sie zugleich der Abscissenaxe etwas genähert ist. Daraus geht hervor, dass während des Offenstehens des Kreises der Versuchskörper auch noch aus anderem Grunde, als in Folge der Erkaltung, an Widerstand zunimmt: und dies stand zu erwarten, da ja auch in jener Zeit die Diffusion zwischen der Schwefelsäure und der Zinkvitriollösung fortschreitet.

Im Wesentlichen ebenso ist nun Alles, wenn, bei conc. Zinkvitriollösung als Aussenflüssigkeit, conc. Kochsalzlösung die Binnenflüssigkeit ist, oder wenn conc. Kochsalzlösung die Aussenflüssigkeit und verd. Schwefelsäure die Binnenflüssigkeit abgiebt. Nur sind hier, entsprechend dem geringeren Unterschiede der Leitungsfähigkeiten der beiden in Betracht kommenden Flüssigkeiten, die Widerstandsveränderungen, um welche es sich handelt, unter sonst gleichen Versuchsbedingungen weniger beträchtlich, als in den zuerst besprochenen Fällen. Demgemäss tritt denn auch die thermische Wirkung des Stromes nicht nur stärker, als in jenem Falle, nach jeder Wiederschliessung des geöffneten Kreises hervor, sondern sie wird hier in der Regel auch schon nach der ersten Schliessung bemerklich, indem während einer oder weniger Minuten eine verzögerte Zunahme der Stromintensität auftritt, welcher die Abnahme der Stromintensität nachfolgt. Sind allein die Kochsalz-Hülfsbäusche, an einander gelegt, oder diese Bäusche und ein mit conc. Kochsalzlösung getränktes Thonprisma in ihrer Mitte von einem gleich starken Strome zwischen den Gefässbäuschen durchflossen, so zeigt sich von allen den beschriebenen Erscheinungen keine Spur, und die Stromintensität verhält sich nicht anders, wie wenn die Gefässbäusche allein sich im Kreise befänden.

Endlich findet sich auch Alles im Wesentlichen wieder, wenn destillirtes Wasser die Aussenflüssigkeit ist und der gebrannte Thon conc. Zinkvitriollösung oder conc. Kochsalzlösung oder verd. Schwefelsäure enthält. Aber die Versuchsbedingungen verlangen jetzt eine besondere Beachtung. Für die bisherigen Versuche kam es auf die Dimensionen der Versuchskörper im

Allgemeinen nicht sehr an, und dieselben konnten allenfalls gewählt werden, wie man zuerst auf sie verfiel. Die Thonprismen, mit welchen ich arbeitete, waren 20—50 Mm. lang, 6—12 Mm. breit und 3—4 Mm. dick, und ihr Widerstand schwankte, je nach den Dimensionen und je nach der Binnenflüssigkeit, rund zwischen 200 und 3000 S. E. Zugleich betrug der Widerstand der ganzen Zuleitungsvorrichtung (incl. der Hülfsbäusche) nur 60—90 S. E. und verschwand also mehr oder weniger gegen den Widerstand des Versuchskörpers oder war selbst in den ungünstigsten Fällen wenigstens unbedeutend genug, um die Widerstandsveränderungen des Versuchskörpers deutlich erkennen zu lassen; zumal da die bessere Tränkungsflüssigkeit und der somit kleinere anfängliche Widerstand des Versuchskörpers auch eine grössere Widerstandszunahme durch den Strom nach sich zogen. Dagegen besitzen die frischen Wasser-Hülfsbäusche einen Widerstand von 4000 5000 S. E., und dieser Widerstand nimmt, wenn die Wasser - Bäusche zwischen den Zinkvitriol-Bäuschen durchströmt sind, man mag die Stromrichtung wechseln oder nicht, stetig und so beträchtlich ab, dass er nach zwei Stunden auf etwa ein Drittheil seiner anfänglichen Grösse gesunken ist. Es versteht sich also von selbst, dass man, mit einem der obigen Versuchskörper zwischen den Wasser-Bäuschen im Kreise, entweder gar nichts Anderes als die Widerstandsveränderungen der Wasser-Bäusche verfolgt oder, in den günstigeren Fällen, höchstens ein undeutliches Gemisch dieser Widerstandsveränderungen und derjenigen des Versuchskörpers zu sehen bekommt. Um erfolgreich auch mit dem dest. Wasser arbeiten zu können, ist es daher unumgänglich, den Versuchskörpern andere Dimensionen zu ertheilen, so dass ihr Widerstand auch gegen den Widerstand der Wasser-Bäusche in Betracht kommt.

Aus nahe liegenden Gründen empfiehlt es sich mehr, den Querschnitt der Versuchskörper zu verkleinern, als ihre Länge zu vergrössern, und Thonprismen von 40—50 Mm. Länge und höchstens 8—10 □Mm. Querschnitt erfüllen sehr gut ihren Zweck. Alsdann kommen dieselben Veränderungen der Stromintensität zur Beobachtung, wie in den vorbehandelten Fällen;

und ganz wie zu erwarten, sinkt die Stromintensität während der ersten Stromrichtung desto steiler ab, je mehr die Binnenflüssigkeit in ihrer Leitungsfähigkeit vom Wasser abweicht, bei verd. Schwefelsäure als Binnenflüssigkeit also steiler als bei conc. Kochsalzlösung und bei dieser wiederum steiler als bei conc. Zinkvitriollösung. Ist der Querschnitt des Thonprisma's sehr klein, so nimmt die Stromintensität von vorne herein nach der Schliessung des Kreises ab; sonst geht dem Sinken der Stromintensität, selbst wenn der Thon mit Schwefelsäure getränkt ist, für die ersten Minuten noch ein verzögertes Ansteigen der Stromintensität vorauf. Es ist dieses Ansteigen desto beträchtlicher und von desto längerer Dauer, je grösser der Querschnitt des Thonprisma's ist, und hat natürlich seinen Grund nicht, wie sonst, in der Erwärmung des Thonprisma's, sondern vielmehr darin, dass in den ersten Minuten die gerade dann höchst beträchtliche Widerstandsabnahme der Wasser-Bäusche die Widerstandszunahme des Versuchskörpers völlig verdeckt. Mit der Untersuchung von Thon - Dreiecken gelingt es übrigens noch leichter, die Widerstandsveränderungen der Wasser-Bäusche zu unterdrücken, und diese Untersuchung ist auch bequemer, da die sehr langen und sehr dünnen Thonprismen schwierig herzustellen sind; die Ergebnisse, welche die Thon-Dreiecke zwischen Wasser-Bäuschen liefern, sind dieselben, welche in Fig. 5 dargestellt sind.

Eine Verfärbung der Stromeintrittsstrecke des Versuchskörpers, wie sie in den anderen Fällen statthat, wird bei den Versuchen mit dest. Wasser als Aussenflüssigkeit nicht deutlich bemerklich. Dafür aber tritt hier am auffälligsten eine andere Erscheinung auf, die Beachtung verdient. In allen vorbehandelten Fällen nämlich sieht man kurz nach der Schliessung des Stromes den Versuchskörper dicht an der Stromeintrittsfläche auf 1—2 Mm. Länge mit einer höchst dünnen Schicht freier Flüssigkeit sich bedecken, und dieser Flüssigkeitsbelag breitet sich mit der Dauer des Stromes immer weiter in der Richtung des Stromes aus. Wo die Endstrecke des Versuchskörpers sich verfärbt, greift der Flüssigkeitsbelag immer etwas, aber nur wenig über die Länge der verfärbten Endstrecke

hinaus, und so betrug in unseren bezüglichen Versuchen nach einer Durchströmung von 15—20 Min. seine Ausdehnung von der Stromeintrittsfläche an 4—10 Mm.; die Dicke des Flüssigkeitsbelages war auch dann noch sehr gering und nicht deutlich gewachsen. Bei den Versuchen mit Wasser-Bäuschen dringt der Flüssigkeitsbelag rascher vor, so dass er nach der gleich langen Durchströmung, bei Kochsalzlösung und besonders bei Schwefelsäure als Binnenflüssigkeit, über 15—20 Mm. sich erstreckt; und zugleich nimmt er, je länger er besteht, sichtlich an Dicke zu, allerdings so, dass er auch schliesslich im günstigsten Falle nur eine dünne Schicht freier Flüssigkeit vorstellt. Nach der Umkehrung der Stromrichtung bildet sich dieser Flüssigkeitsbelag überall an Länge wie an Dicke rasch zurück und ist schon nach wenigen (2—6) Minuten ganz verschwunden. Aber inzwischen hat sich auch an der neuen Stromeintrittsstrecke ein neuer Flüssigkeitsbelag gebildet, in derselben Weise wie der erste, von dem er nur darin abweicht, dass seine Ausbildung an Länge wie an Dicke bei der gleichen Stromdauer geringer ist. Wird die Stromrichtung von Neuem umgekehrt, so bildet sich der zweite Flüssigkeitsbelag zurück, und der erste bildet sich wieder aus; und so geht es regelmässig weiter.

Die Deutung dieser Erscheinungen bietet keine Schwierigkeiten. Sobald die Aussenflüssigkeit in das Thonprisma eingedrungen ist, leitet die Flüssigkeit an der Eintrittsfläche des Versuchskörpers schlechter als die Flüssigkeit, welche sich im nächsten Längenabschnitte des Körpers vor ihr befindet, und wird rascher als diese durch den Strom fortgeführt; der eben bezeichnete Körperabschnitt erhält also mehr Flüssigkeit zugeführt, als er abgiebt, und der Ueberschuss tritt an der Oberfläche als Flüssigkeitsbelag zu Tage. Je mehr Aussenflüssigkeit eindringt und je weiter die Aussenflüssigkeit im Thonprisma sich verbreitet, desto länger wird die Strecke des Versuchskörpers, in welcher jeder folgende Abschnitt schlechterleitende Flüssigkeit enthält als der vorhergehende, und desto ausgedehnter muss der nämliche Vorgang statthaben. Wird die Stromrichtung umgekehrt, so sind damit auch für die bis-

herige Stromeintrittsstrecke die in Betracht kommenden Bedingungen umgekehrt. Jetzt befindet sich hier immer ein Körperabschnitt mit schlechterleitender Flüssigkeit in der Richtung des Stromes vor einem anderen Körperabschnitte mit besserleitender Flüssigkeit, der einzelne Abschnitt gewinnt also jetzt nicht so viele Flüssigkeit von seinem Rücken her, wie er durch die Fortführung nach vorne hin abgiebt, und das Deficit wird durch das Zurücktreten des vorher an der Oberfläche angesammelten Ueberschusses an Flüssigkeit gedeckt. Zugleich sind aber an der neuen Stromeintrittsstrecke die entgegengesetzten Bedingungen vorhanden gewesen, und hier ist darum inzwischen freie Flüssigkeit an die Oberfläche getreten. Nur in einer Beziehung weichen die Verhältnisse an der neuen Stromeintrittsstrecke von denjenigen ab, welche vorher an der ersten Stromeintrittsstrecke bestanden, darin nämlich, dass die Flüssigkeit, welche durch die ursprüngliche Stromaustrittsfläche in das Thonprisma eintritt, nicht mehr reine Aussenflüssigkeit sondern bereits ein besserleitendes Gemisch dieser Flüssigkeit und der Binnenflüssigkeit ist. Demgemäss sind nun auch die Unterschiede der Leitungsfähigkeiten in den benachbarten Abschnitten der neuen Eintrittsstrecke durchweg geringer, als sie in der früheren Eintrittsstrecke waren, und die Folge ist, dass dieses Mal nur in einer kürzeren Strecke und überhaupt im Ganzen weniger freie Flüssigkeit austritt, als das erste Mal Die Erscheinungen nach wiederholter Umkehrung bieten dann nichts Neues mehr und lassen sich ohne Weiteres übersehen.

Offenbar ist der Flüssigkeitsbelag ein ebenso guter und unter Umständen sogar noch besserer Anhaltspunkt, um das Eindringen der Aussenflüssigkeit zu verfolgen, als die Verfärbung der Endstrecke. Für die Widerstandsveränderungen des Versuchskörpers aber ist er nicht weiter von Bedeutung. Allerdings setzt sein Entstehen eine Vergrösserung und seine Zurückbildung eine Verkleinerung des Querschnittes der Flüssigkeit; aber diese Vergrösserung und diese Verkleinerung sind doch gar zu unbeträchtlich oder, wo sie bei Wasser - Hülfsbäuschen etwas grösser sind, durch gar zu schlecht leitende

Flüssigkeit gebildet, als dass die Abnahme und die Zunahme des Widerstandes, welche sie mit sich bringen müssen, der anderweitigen Zunahme resp. Abnahme des Widerstandes gegenüber in Betracht kommen könnten. Dies lehrt auch unmittelbar der Versuch. Nimmt man, bei verd. Schwefelsäure zwischen dest. Wasser, nach einer Durchströmung von 15—20 Minuten den Flüssigkeitsbelag rasch und vorsichtig mit Fliesspapier fort, so wird dadurch in den Bewegungen des Spiegels keine merkliche Veränderung herbeigeführt. Und unterdrückt man in anderen Versuchen den Flüssigkeitsbelag von vorne herein gänzlich, indem man überzogene Thonprismen, von denen bald mehr die Rede sein wird, verwendet, so kehren doch dieselben Ergebnisse der Versuche wieder.

Es bleibt schliesslich noch einer möglichen Fehlerquelle der Untersuchung zu gedenken, der Verdunstung. Begreiflich darf es nie bei den Versuchen zum Dampfen des Thonprisma's oder gar der Bäusche kommen, von anderen Gründen abgesehen, schon deshalb nicht, weil so beträchtlicher Erwärmung und so beträchtlichem Wasserverluste gegenüber die anderen Wirkungen des Stromes und damit gerade die uns interessirenden zurückträten. Selbst bei den stärksten Strömen, die man benutzt, darf die Erwärmung des Versuchskörpers nicht anders, als durch die Widerstandsveränderungen, merklich werden, und man reicht auch mit solchen Strömen ganz gut aus: ich ging, wenn dest. Wasser im Kreise war, selten über 18—20 Groves, sonst nur hin und wieder über 6—10 Groves hinaus und habe für die Ueberwindung der elektromotorischen Gegenkräfte im Kreise regelmässig die sicherste Gewähr darin gehabt, dass die beiden Ablesungen vor und nach dem Umlegen der Wippe, obwohl sie um ca. 10 Secunden auseinanderfielen, meist nicht der Rede werth und höchstens um wenige Scalentheile im Sinne der neuen Widerstandsveränderung differirten. Aber natürlich ist trotzdem die Möglichkeit einer wesentlichen Verdunstung von vorne herein wohl im Auge zu behalten und, wegen der Erwärmung der Thonprismen durch den Strom, selbst in dem Falle, dass mit Wasserdampf gesättigte Luft die Prismen umgiebt. Die Verwendung der feuchten Kammer für

die Versuche hätte demgemäss keinen durchgreifenden Nutzen geboten, zumal da die Kammer sehr häufig während der täglichen Versuchszeit geöffnet werden musste; und manche Versuche, wie auch ganz besonders die scharfe Inspection der Versuchskörper wären dabei sehr erschwert gewesen. Ich habe es deshalb vorgezogen, die Bäusche mit dem Thonprisma frei an der Luft stehen zu lassen und die Folgen der ganz unbeschränkten Verdunstung für sich zu ermitteln oder in besonderen Versuchen die Verdunstung sicher auszuschliessen. Bemerken muss ich noch, dass ich ein jedes Thonprisma unmittelbar vor seiner Verwendung, indem ich mit einem reinen leinenen Tuche über alle Flächen hinüberfuhr, rasch so weit abtrocknete, dass seine Oberfläche überall matt erschien. Die Massnahme bot den Nachtheil, dass die Verdunstung nicht die freie Flüssigkeit an der Oberfläche, sondern die eingeschlossene Flüssigkeit des Prismas betraf und somit wirksamer die Versuchsergebnisse beeinflussen konnte. Aber es kam mir vor allen Dingen darauf an, zu verhüten, dass den verschiedenen Prismen verschiedene Mengen freier Flüssigkeit anhaften blieben, wodurch die Versuche unvergleichbar geworden wären; und diesen Zweck habe ich, wie der Erfolg lehrte, erreicht, da für gleiche und unter gleichen Bedingungen durchströmte Thonprismen die gewonnenen Curven fast genau einander deckten.

Schon das Verhalten der Thonprismen bei gleicher Binnen- und Aussenflüssigkeit machte es höchst unwahrscheinlich, dass der Verdunstung irgend welche Bedeutung bei unseren Versuchen zukam; denn der Widerstand jener Prismen erhielt sich nach der anfänglichen thermischen Abnahme unverändert und nahm nur unter Bedingungen, die bei unserer Untersuchung nie bestehen dürfen, — wie ich schon sagte (S. 258), bei übermässigen Stromeskräften oder stundenlanger Durchströmung — schliesslich langsam zu. Auch die Ergebnisse unserer Versuche an den Thon-Dreiecken, bei welchen die etwaigen Folgen der Verdunstung viel deutlicher, als bei den Prismen, hervortreten mussten, wenn der Strom an der Spitze austrat, und mehr als dort zurücktreten, wenn der Strom an

der Spitze eintrat, führten nur zu derselben Einsicht. Um aber ganz sicher zu gehen, wiederholte ich noch alle vorbesprochenen Versuche in gleicher Weise an Thonprismen, welche ich im trockenen Zustande überall ausser an den Grundflächen luftdicht mit Siegellack überzogen hatte. Bei dem Zinkvitriol- und bei dem Kochsalz-Thone wichen die Ergebnisse gar nicht von den früheren ab. Bei dem Schwefelsäure-Thone nahmen die Widerstandsveränderungen nunmehr ohngefähr denselben Verlauf wie bei dem Kochsalz-Thone; aber der Widerstand des Schwefelsäure-Thones wurde auch von vorne herein auf etwa das Dreifache gegen früher erhöht gefunden, so dass es offenbar war, dass die Schwefelsäure den Siegellack angegriffen hatte und an ihrer Stelle eine wesentlich schlechter leitende Flüssigkeit den Thon erfüllte. Ich tränkte deshalb noch Thonprismen, die, statt mit Siegellack, mit dem gebräuchlichen Kitt aus Wachs und Colophonium überzogen waren, mit der Schwefelsäure und hatte in der That mit diesen Körpern den Erfolg, dass sowohl der anfängliche Widerstand wie dessen Veränderungen während der Durchströmung auch hier nicht merklich gegen sonst verändert erschienen[1]). Es war somit auf das Strengste dargethan, dass die Verdunstung von gar keinem Einflusse auf unsere Versuchsergebnisse gewesen war.

3. Besserleitende Binnenflüssigkeit und schlechterleitende Aussenflüssigkeit. Plastischer Thon.

Die so für den gebrannten Thon gewonnene Einsicht lässt sich mit wenigen Worten auch auf den plastischen Thon ausdehnen. So mühsam die Untersuchung, so einfach ihr Erfolg. Von einer kleinen Abweichung nämlich abgesehen, entsprechen die Ergebnisse am plastischen Thone so vollkommen und so genau denen am gebrannten Thone, dass alles vorher Gesagte

1) Diesen Erfahrungen gemäss ist in der Folge überall da, wo Schwefelsäure die Binnen- *oder die* Aussenflüssigkeit abgiebt, der Ueberzug der Thonprismen von Kitt, in den anderen Fällen von Siegellack gebildet anzunehmen. Bei dem Ueberziehen mit Kitt muss man darauf achten, dass der Kitt nicht zu dünnflüssig aufgetragen werde, da derselbe sonst tief in den Thon eindringt.

sich wörtlich auch für den plastischen Thon wiederholen liesse.

Die einzige Abweichung besteht darin, dass an die Stelle des Flüssigkeitsbelages, welcher an der Stromeintrittsstrecke des gebrannten Thones erschien, bei dem plastischen Thone, nachdem zuerst gleichfalls die Oberfläche feucht geworden, eine Anschwellung der Stromeintrittsstrecke tritt, in Folge deren diese Strecke, wenn der Versuchskörper ursprünglich cylindrisch war, die Form eines abgestumpften Kegels mit der Stromeintrittsfläche als Basis annimmt. Nach der Umkehrung der Stromrichtung bildet sich die Anschwellung gerade wie der Flüssigkeitsbelag zurück, und der Versuchskörper erhält an der betrachteten Strecke seine ursprüngliche Form wieder. Ueberhaupt gestalten sich die Entstehung, die Ausbildung, die Rückbildung, die Länge und die Grösse der Anschwellung unter den gleichen Versuchsbedingungen gerade so, wie die analogen Vorgänge und Verhältnisse oben des Flüssigkeitsbelages, nur dass die Anschwellung immer etwas kürzer und dafür dicker als der Flüssigkeitsbelag sich darstellt. Sehr gering ist die Anschwellung, wenn der plastische Thon mit Kochsalzlösung angerieben und zwischen Zinkvitriollösung durchströmt ist, oder wenn Schwefelsäure die Binnenflüssigkeit und Kochsalzlösung die Aussenflüssigkeit ist. Dagegen ist die Anschwellung recht beträchtlich bei den Versuchen mit Wasser-Bäuschen, bei welchen der Durchmesser des Thoncylinders an der Stromeintrittsfläche auf das Doppelte seiner anfänglichen Grösse wachsen kann. Bei diesen Versuchen hat man auch Gelegenheit zu beobachten, dass die angeschwollene Strecke in der Richtung nach der Stromeintrittsfläche hin zuerst sehr langsam und dann immer rascher an Durchmesser zunimmt. Ganz ebenso, zuerst nur langsam und dann rasch, hellt sich hier die Farbe des Thones auf, so dass dieser schliesslich nahe der Stromeintrittsfläche ganz weisslich oder milchig, wie mit sehr vielem Wasser versetzter Thon, erscheint; und der Farbe entspricht die Consistenz des Thones, der schon in einigem Abstande von der Eintrittsfläche seine Plasticität völlig verloren hat und dicht an der Eintrittsfläche fast zerfliesst. Wenn nach der Um-

kehrung der Stromrichtung die Anschwellung sich zurückbildet, kehren mit dem anfänglichen Durchmesser auch die anfängliche Farbe und die anfängliche Consistenz des Thones wieder.

Nichts ist aber natürlicher, als diese Abweichung und die sonstige Uebereinstimmung bei dem gebrannten und dem plastischen Thone. Denn die beiden Körper unterscheiden sich, soweit ihre Eigenschaften für unsere Untersuchung in Betracht kommen, nur dadurch, dass der gebrannte Thon ein starres Gerüst mit unveränderlichen Hohlräumen, der plastische Thon hingegen verschiebbare Gerüsttheile und veränderliche Hohlräume besitzt. Und diese Verschiedenheit konnte bisher nirgends anders bei den Erscheinungen und Vorgängen, welche wir am feuchten porösen Körper kennen lernten, von Bedeutung sein, als da, wo es sich um die überschüssige Zufuhr von Flüssigkeit zu einem Körperabschnitte oder um die ungedeckte Abfuhr von Flüssigkeit von einem Körperabschnitte handelte. Da aber musste sie selbstverständlich in dem einen Falle das Auftreten und das Verschwinden des Flüssigkeitsbelages, in dem anderen Falle das Entstehen und das Vergehen der Anschwellung mit sich bringen.

Am bequemsten lassen sich die Versuchskörper von plastischem Thone in Walzenform herstellen, und ich habe deshalb in der Regel gerade Cylinder von Grundfläche zu Grundfläche durchströmt sein lassen. Ihre Länge betrug 20—40 Mm., ihr Querschnitt 5—60 □Mm. Da der Flüssigkeitsgehalt des plastischen Thones, unbeschadet der Plasticität, innerhalb gewisser Grenzen schwanken kann und andererseits auch der gebrannte Thon von verschieden dichtem Gefüge vorkommt, so lassen sich genaue Angaben über das Verhältniss, in welchem die specifischen Widerstände beider Thone zu einander stehen, nicht gut machen. Doch hat sich aus vielen Bestimmungen ergeben, dass der specifische Widerstand des gebrannten Thones, der mit conc. Zinkvitriollösung oder conc. Kochsalzlösung oder verd. Schwefelsäure getränkt ist, 2 bis 3 mal so gross ist wie der spec. Widerstand des plastischen Thones, wenn dieser mit der gleichen Flüssigkeit angerieben und gerade gut feucht ist,

so dass er beim Kneten nicht reisst.[1]) Dem entsprechend waren auch unsere Versuchskörper von sehr kleinem Querschnitte für die Versuche mit Wasser-Bäuschen ausreichend; für die übrigen Versuche liessen sich Cylinder von über 4 Mm. Durchmesser verwenden. Die Rolle der Dreiecke von gebranntem Thone übernahmen hier conische Körper von Modellirthon, deren spitzes Ende mehr oder weniger weit mit dem Messer abgetragen war; und gewissermassen die Mitte zwischen den cylindrischen und den conischen Körpern hielten flaschenförmige Körper ein, welchen der Strom zu Anfang das eine Mal durch das Halsende, das andere Mal durch die Bodenfläche zugeführt wurde.

Um den Einfluss der Verdunstung auch bei den plastischen Thoncylindern festzustellen, schloss ich dieselben in Glasröhren ein. Man verfährt am besten auf die Weise, dass man eine Glasröhre von geeignetem Lumen rasch durch eine grosse Portion gut zusammengekneteten Thones hindurchstösst; denn wenn man Thon allmählich in die Glasröhre hineinpresst, gelingt es schwer, Continuitätstrennungen im Thone zu verhüten, die durchaus nicht vorkommen dürfen. Auch lässt man den Thon vortheilhaft jederseits den geschliffenen Glasrand ein wenig überragen, um eine gute Anlagerung an die Bäusche zu erzielen. Es bot sich bei diesen Versuchen, gegenüber den anderen mit freien Thoncylindern, nur die Abweichung dar, dass das Stromeintrittsende, das sonst die Anschwellung und

---

1) Da dem festen Gerüste wohl beide Male eine gleich schlechte Leitungsfähigkeit zukommt, muss also im gebrannten Thone auf die Längeneinheit mehr feste Substanz kommen, als im plastischen Thone, — was auch zu der Vorstellung, die man sich von vorne herein über die Constitution der beiden Körper zu machen hat, gut passt. — Ich bemerke bei dieser Gelegenheit, dass ich immer den Modellirthon der hiesigen Königl. Porzellan-Manufactur benutzte und den gebrannten Thon viereckten Thonzellen, die für galvanische Elemente bestimmt waren, entnahm. Stark gebrannter Thon von sehr dichtem Gefüge tränkt sich, wenn er mit Siegellack oder Kitt überzogen ist, erst in langer Zeit vollständig mit Flüssigkeit und zeigt bei unvollkommener Tränkung unregelmässige sprungweise Veränderungen des Widerstandes während der Durchströmung.

deren Zurückbildung gezeigt hatte, jetzt um $^1/_2$ Mm. oder mehr aus der Glasröhre hervorquoll und nach der Umkehrung der Stromrichtung auf seine anfängliche Länge sich verkürzte. So dass die gleichen Widerstandsveränderungen nicht blos die Bedeutungslosigkeit der Verdunstung erwiesen, sondern auch sehr gut darthaten, wie die Gestaltsveränderung des Stromeintrittsendes in Hinsicht auf den Widerstand gegen den Ersatz der besserleitenden Flüssigkeit durch die schlechterleitende gar nicht in Betracht kommt.

Damit verlassen wir den Fall, dass die Binnenflüssigkeit besser leitet als die Aussenflüssigkeit, und wenden uns der Untersuchung des umgekehrten Falles zu, der viel grössere Schwierigkeiten bietet.

4. Schlechterleitende Binnenflüssigkeit und besserleitende Aussenflüssigkeit. Gebrannter Thon.

Fig. 6 veranschaulicht das Verhalten der Stromintensität in unserem Kreise, wenn ein Prisma von gebranntem Thone, mit conc. Zinkvitriollösung getränkt, zwischen verd. Schwefelsäure durchströmt ist. Nach der Schliessung des Kreises nimmt die Stromintensität andauernd rasch zu; nach der Umkehrung der Stromrichtung steigt sie zuerst noch weiter mit verzögerter Geschwindigkeit an, bis sie ein Maximum erreicht, sinkt danach mit anfangs beschleunigter, später verzögerter Geschwindigkeit zu einem Minimum ab und nimmt schliesslich von Neuem dauernd zu; nach wiederholter Umkehrung wiederholt sich das Nämliche. Nichts dergleichen hat statt, wenn die Schwefelsäure-Hülfsbäusche allein, an einander geschoben, oder diese Bäusche und ein mit Schwefelsäure getränktes Thonprisma in ihrer Mitte von einem gleich starken Strome zwischen den Gefässbäuschen durchflossen sind: gerade wie wenn blos die Gefässbäusche sich im Kreise befänden, zeigt sich von jenen Erscheinungen nach dem Wechsel der Stromrichtung keine Spur, und die Abnahme der Stromintensität während der ersten Stromrichtung ist nur unbeträchtlich und dauert nicht lange an, wie es ihrem Ursprunge, der thermischen Wirkung des Stromes, entspricht. Die Vertauschung

der wesentlichen Flüssigkeiten, so dass die besserleitende frühere Binnenflüssigkeit jetzt Aussenflüssigkeit und die schlechterleitende frühere Aussenflüssigkeit jetzt Binnenflüssigkeit ist, hat also, kann man sagen, eine Umkehrung der Intensitätsveränderungen im Gefolge: die Stelle der früheren Abnahme während der ersten Stromrichtung nimmt jetzt die Zunahme ein, und nach dem Wechsel der Stromrichtung haben wir statt der früheren Zunahme und nachfolgenden Abnahme jetzt die Abnahme mit nachfolgender Zunahme; — aber neu kommt dann noch hinzu die anfängliche Zunahme der Stromintensität, welche unmittelbar nach der Umkehrung der Stromrichtung jetzt der Abnahme voraufgeht.

Unsere Ueberlegungen hinsichts des Eintrittes der Aussenflüssigkeit in das Thonprisma und, nach dem Wechsel der Stromrichtung, hinsichts der relativen Leitungsfähigkeit der ein- und austretenden Flüssigkeiten (s. o. S. 259) scheinen, mit den selbstverständlichen Abänderungen, hier ebenso berechtigt wie früher wieder Platz zu greifen. Auch kommt die Verfärbung der Endstrecken, die jetzt heller werden, in derselben Weise wie früher zur Beobachtung. Die Umkehrung der Intensitätsveränderungen wäre demnach ohne Weiteres verständlich. Aber woher rührt dann die neue Zunahme der Stromintensität unmittelbar nach dem Umlegen der Wippe? Und da hier diese Zunahme, weshalb hat sich nicht dort, wo die Aussenflüssigkeit schlechter leitete, entsprechend eine Abnahme der Stromintensität eingestellt? Auf diese Fragen fehlt uns die Antwort, und das beweist, dass in unserem Verständnisse der Dinge noch eine Lücke auszufüllen bleibt.

Um der Sache sogleich unzweifelhaft auf den Grund zu kommen, nehmen wir die experimentelle Analyse der bisherigen Versuchsergebnisse vor, indem wir in weiteren Versuchen immer einen Hülfsbausch mit derselben Flüssigkeit wie das Thonprisma tränken und somit nur die Zuleitungs- oder nur die Ableitungsflüssigkeit von der Binnenflüssigkeit abweichen lassen. Die Ergebnisse dieser Versuche zeigen die Fig. 7 und 8. Die Binnenflüssigkeit des Thonprisma's ist für Fig. 7 verd. Schwefelsäure, für Fig. 8 conc. Zinkvitriollösung.

In beiden Figuren gelten für den Fall, dass die Ableitungsflüssigkeit mit der Binnenflüssigkeit übereinstimmt, die ausgezogenen Curven, für den Fall gleicher Zuleitungs- und Binnenflüssigkeit hingegen die gestrichelten Curven. Die von der Binnenflüssigkeit abweichende Zuleitungs- resp. Ableitungsflüssigkeit ist natürlich bei Fig. 7 conc. Zinkvitriollösung, bei Fig. 8 verd. Schwefelsäure.

Man übersieht an den Figuren sofort, dass unsere Ueberlegungen für die erste Stromrichtung überall der Wirklichkeit entsprechen. Dasselbe trifft für die zweite Stromrichtung zu, wenn Schwefelsäure die Binnenflüssigkeit und Zinkvitriollösung die Aussenflüssigkeit abgiebt. Aus der ursprünglichen Stromeintrittsfläche sollte zuerst schlechtestleitende und mit der Zeit immer besser leitende Flüssigkeit austreten, durch die ursprüngliche Stromaustrittsfläche sollte zuerst bestleitende und mit der Zeit immer schlechter leitende Flüssigkeit eintreten — und Beides erweisen in der That die Curven der Fig. 7. Anders jedoch, wenn die Zinkvitriollösung im Thonprisma und die Schwefelsäure ausserhalb sich befindet. Soweit zwar, als jetzt durch die ursprüngliche Stromaustrittsfläche anfangs schlechtestleitende und allmählich besser leitende Flüssigkeit eintreten sollte, finden wir uns auch hier nicht getäuscht. Aber während zu erwarten stand, dass jetzt durch die ursprüngliche Stromeintrittsfläche anfangs bestleitende und allmählich schlechter leitende Flüssigkeit austräte (wie es die punktirte Curve angezeigt haben würde), ergiebt es sich vielmehr, dass die austretende Flüssigkeit zuerst schlechtleitend ist und mit der Zeit bis zu einer gewissen Grenze an Leitungsfähigkeit gewinnt, um erst dann an Leitungsfähigkeit zu verlieren.

Damit ist der Mangel unserer früheren Einsicht beseitigt. Die kataphorische Wirkung des Stromes setzt in der Stromeintrittsstrecke sowohl des Thonprisma's wie des Ableitungsbausches ei Gemisch der beiden Flüssigkeiten, der Binnen- und der Aussenflüssigkeit, und zwar jedesmal der Art, dass in der Richtung des Stromes der Gehalt des Gemisches an der hinzugetretenen Flüssigkeit abnimmt, an der ursprünglich vorhandenen Flüssigkeit zunimmt. Nach der Umkehrung der

Stromrichtung, schlossen wir demgemäss, sei an dem Gemische, welches an der früheren Stromeintrittsstrecke sowohl des Thonprisma's wie des Ableitungsbausches austritt, der Gehalt an der hinzugetretenen Flüssigkeit anfangs am grössten und nehme mit der Zeit ab. Aber das ist, wie wir jetzt wissen, nur in der Regel, nicht immer der Fall. Eine Ausnahme tritt ein, wo Schwefelsäure in das mit Zinklösung getränkte Thonprisma eingetreten ist. Hier enthält das nach dem Wechsel der Stromrichtung aus dem Thonprisma austretende Gemisch anfangs nur sehr wenig Schwefelsäure, und sein Gehalt an dieser Flüssigkeit wächst erst allmählich bis zu einem Maximum, bevor er von diesem aus wieder kleiner wird. Daher kommt es, dass beim Zinkvitriol-Thone zwischen Schwefelsäure nach dem Umlegen der Wippe zuerst ein Ansteigen der Stromintensität sich einstellt, ohne dass im umgekehrten Falle, beim Schwefelsäure-Thone zwischen Zinkvitriollösung, entsprechend ein Sinken der Stromintensität statthat.

Zur vollen Erledigung der Sache bliebe allerdings noch der tiefere Grund der Ausnahme, auf welche wir gestossen sind, zu erkennen; aber es muss bedenklich erscheinen, diesem Grunde nachzugehen, ehe sich herausgestellt hat, ob die Ausnahme auf den einzelnen uns bekannt gewordenen Fall beschränkt bleibt, oder ob sie unter gewissen Bedingungen allgemeiner verbreitet vorkommt. Deshalb wollen wir, vorläufig mit der bisherigen thatsächlichen Kenntniss der Ausnahme zufrieden, in der Untersuchung weiterschreiten und erst, wenn wir die anderen Combinationen unserer Flüssigkeiten geprüft haben, auf jenen Grund wieder zurückkommen.

Es ist früher nicht erwähnt worden, wird aber bei der Betrachtung der Fig. 6 schon aufgefallen sein, dass die Curve der Stromintensität während der ersten Stromrichtung nicht lange nach der Schliessung der Kette eine eigenthümliche kleine Knickung gegen die Abcissenaxe darbietet. Während der ersten 6—8 Minuten der Durchströmung nimmt die Stromintensität mit verzögerter Geschwindigkeit zu, dann tritt für 2—3 Minuten eine geringe Beschleunigung ein, und schliesslich nimmt die Geschwindigkeit der Zunahme langsam ab. In

Fig. 6 ist die Knickung der Curve schon in einem hohen Grade der Ausbildung dargestellt, gewöhnlich ist sie noch unbeträchtlicher, aber ganz regelmässig ist sie vorhanden. In der Erwärmung des Thonprisma's und in dem Ersatze der Zinklösung im Thonprisma durch Schwefelsäure findet Alles an der Curve seine einfache Erklärung, nur nicht die Knickung; und für diese ist überhaupt aus unseren bisherigen Erfahrungen nur zu entnehmen, dass sie durch Vorgänge im Stromeintrittsende des Thonprisma's bedingt sein muss, da sie in ganz derselben Weise auftritt, wenn die Ableitungsflüssigkeit mit der Binnenflüssigkeit übereinstimmt (s. Fig. 8). Um die Knickung zu verstehen, muss man sich erinnern, dass jetzt in der Stromeintrittsstrecke des Thonprisma's die schlechterleitende Zinklösung *vor* der besserleitenden Schwefelsäure wandert. Könnte das poröse Gerüst collabiren, oder könnte in den Poren des Gerüstes ungehindert Luft an die Stelle der Flüssigkeit treten, so würde der Strom die Zinklösung viel rascher fortführen, als die Schwefelsäure, und zwischen beiden Flüssigkeiten eine flüssigkeitsfreie Strecke im Thonprisma entstehen lassen. Nun ist allerdings unser Gerüst starr, und wie ich schon erwähnte (s. S. 258), ist nach Hrn. *Jamin*'s Versuchen auch der Eintritt von Luft in die tiefer gelegenen, von der Oberfläche entfernteren Poren des Thonprisma's verhindert. Aber gerade nach eben diesen Versuchen müssen doch die oberflächlichsten Poren des Thones an der Grenze der beiden Flüssigkeiten lufthaltig werden, und die Verkleinerung des Querschnittes, welche somit an der Grenze entsteht, muss eine, wenn auch nur geringe Zunahme des Widerstandes mit sich bringen, die sich zu den sonstigen Widerstandsveränderungen des Prisma's algebraisch summirt. Diese Widerstandszunahme ist es, welche in unserer kleinen Knickung der Curve sich bemerklich macht.

Unmittelbar beobachten lässt es sich nicht, dass die Oberfläche des Thonprisma's an der Grenze der verfärbten Endstrecke trocken wird; ich habe wohl manchmal etwas der Art zu sehen geglaubt, jedoch nie die volle Ueberzeugung gewinnen können. Dagegen ergiebt die Ueberlegung sogar weiter, wie ich beim plastischen Thone, bei welchem ähnliche Verhältnisse

ausgesprochener wiederkehren, auseinandersetzen werde, dass die Widerstandszunahme in Folge jenes Trockenwerdens zuerst mit beschleunigter und dann mit verzögerter Geschwindigkeit erfolgen muss, gerade so, wie es unsere Knickung der Curve verlangt. Und zum Ueberflusse lässt sich auch experimentell die Abhängigkeit der Knickung von jenem Trockenwerden erweisen. Verwenden wir nämlich zum Versuche ein (mit Kitt) überzogenes Thonprisma, bei welchem durch den Ueberzug jeder Lufteintritt verhindert ist, so zeigt sich von unserer Knickung keine Spur, und die Stromintensität nimmt unausgesetzt während der ersten Stromrichtung mit verzögerter Geschwindigkeit zu, indem sie im Ganzen ein wenig steiler, als bei einem gleichen, nicht überzogenen Thonprisma ansteigt (Fig. 9). Dass dabei aber nicht etwa an die Verhütung einer allgemeinen Verdunstung durch den Ueberzug zu denken ist, wird durch unsere früheren Versuche (s. S. 271) erwiesen, welche für die gleichen und von einem gleich starken Strome durchflossenen, nicht überzogenen und mit Schwefelsäure getränkten Thonprismen die Verdunstung als ganz bedeutungslos herausstellten.

Natürlich muss die oberflächliche locale Trockniss am Thonprisma, welche der Strom in seiner ersten Richtung herbeigeführt hat, durch den Strom in seiner zweiten Richtung rasch wieder beseitigt werden. Sobald die Wippe umgelegt ist, befindet sich in der ursprünglichen Stromeintrittsstrecke des Thonprisma's die vom Strome rascher fortgeführte Zinklösung hinter der langsamer wandernden Schwefelsäure, und die lufthaltigen oberflächlichsten Poren des Thones an der Grenze beider Flüssigkeiten füllen sich daher sehr bald wieder mit Zinklösung. Demgemäss muss der Widerstand des Thonprisma's um ebensoviel, als er in Folge der Verkleinerung des Querschnittes der Flüssigkeit während der ganzen ersten Stromrichtung zugenommen hatte, in wenigen Minuten nach der Umkehrung der Stromrichtung wieder abnehmen. Und dies zeigt in der That der ausgezogene Theil der Fig. 8, wenn man ihn mit dem ausgezogenen Theile der Fig. 10 zusammenhält, die in ganz derselben Weise gewonnen ist, nur dass hier das Thon-

prisma überzogen war. Man überzeugt sich auch durch den Vergleich, wie die Widerstandsveränderungen in Folge der Trockniss und Wiederbefeuchtung höchst unbedeutend sind gegenüber denjenigen Widerstandsveränderungen, welche der Wechsel der Flüssigkeiten im Thonprisma herbeiführt. Aber trotzdem ist andererseits nicht zu übersehen, dass, wo es sich um die letzteren Widerstandsveränderungen allein handelt, das Sinken der Curve der Stromintensität nach der Umkehrung der Stromrichtung in dem Bilde festzuhalten ist, welches Fig. 10 giebt, mit einem anfangs etwas steileren Abfalle also, als es nach Fig. 8 erschien. Ich habe deshalb, indem ich die hier gewonnene Einsicht vorwegnahm, schon oben immer, trotz der Constanz der Stromintensität in Fig. 8 unmittelbar nach dem Umlegen der Wippe, nur dahin aus den Widerstandsveränderungen geschlossen, dass es ein sehr wenig Schwefelsäure enthaltendes Gemisch von Zinkvitriollösung und Schwefelsäure — nicht reine Zinkvitriollösung — ist, welches unmittelbar nach der Umkehrung der Stromrichtung aus dem Thonprisma austritt.

Konnte es früher befremden, dass die Curve der Stromintensität in Fig. 6 unmittelbar nach dem Umlegen der Wippe wesentlich steiler ansteigt, als unmittelbar vor dem Umlegen, so erscheint durch die eben gemachten Erfahrungen zugleich diesem Verhalten der Stromintensität alles Auffällige genommen. Denn wenn auch vor dem Umlegen reine Schwefelsäure und nach dem Umlegen nur ein schlechterleitendes Gemisch von Zinklösung und Schwefelsäure in das Thonprisma eintritt, während die austretende Flüssigkeit beide Male ohngefähr dieselbe ist, so fügt sich doch vorher die Zunahme des Widerstandes in Folge der localen Trockniss, nachher die Abnahme des Widerstandes in Folge der localen Wiederbefeuchtung hinzu. Es könnte danach sogar überflüssig erscheinen, auch hier noch einen besonderen experimentellen Beleg zu suchen. Indess, da ein solcher sich so leicht bietet, dass wir nur an einem überzogenen Thonprisma zwischen Schwefelsäure die Stromrichtung zu wechseln brauchen, wollen wir es nicht versäumen, die vollkommenste Sicherheit zu gewinnen. Wir finden jetzt, wie es Fig. 9 zeigt, dass die Stromintensität un-

mittelbar nach der Umkehrung der Stromrichtung ohngefähr ebenso steil ansteigt, wie unmittelbar vor der Umkehrung. Das Fortfallen der Trockniss und der Wiederbefeuchtung spricht sich also ganz in der erwarteten Weise aus, durch das Fortfallen des Unterschiedes, welchen wir zuerst in der Steilheit beobachteten.

Aber wenn wir unser letztes Ergebniss weiter für sich betrachten, machen wir die überraschende Wahrnehmung, dass, obwohl hier einzig und allein der Wechsel der Flüssigkeiten im Thonprisma von Einfluss auf die Stromintensität ist, die Steilheit, mit welcher die letztere vor und nach dem Umlegen der Wippe ansteigt, doch nicht, wie wir es denken mussten, der Leitungsfähigkeit der eintretenden Flüssigkeiten entspricht, sondern beide Male ohngefähr dieselbe ist, während die vor der Umkehrung eintretende Flüssigkeit wesentlich besser leitet, als die nach der Umkehrung eintretende. Danach ist anzunehmen, dass bei unveränderter Ein- und Austrittsflüssigkeit das Ansteigen der Stromintensität unmittelbar nach der Umkehrung steiler erfolgt, als unmittelbar vor der Umkehrung; und dafür liefert in der That eine kleine Modification unserer bisherigen Versuche die Bestätigung. Legen wir bei einem zwischen Schwefelsäure durchströmten, nicht überzogenen Thonprisma unmittelbar vor der Umkehrung der Stromrichtung die Stromaustrittsfläche, unter Entfernung des anhaftenden Flüssigkeitstropfens, einer neuen Stelle des Ableitungsbausches an, so steigt die Stromintensität nach der Umkehrung noch beträchtlicher und steiler an, als in Fig. 6, während in der späteren Abnahme und der schliesslichen Zunahme der Stromintensität keine Veränderung bemerklich wird. Dieser Erfolg des Versuches ist sehr einfach zu verstehen: indem hier, beim Beginne der zweiten Stromrichtung, statt des Gemisches von Zinklösung und Schwefelsäure, fast reine Schwefelsäure in das Thonprisma eindringt, ist der Unterschied der eintretenden Flüssigkeit und der austretenden fast reinen Zinklösung grösser als sonst; wogegen später, wenn die austretende Flüssigkeit wesentlich mehr Schwefelsäure enthält, gerade so, wie hier, reine oder fast reine Schwefelsäure die eintretende Flüssigkeit auch da

ist, wo mit der Anlagerung der ursprünglichen Stromaustrittsfläche nicht gewechselt worden war. Wiederholen wir dann den Versuch an einem überzogenen Thonprisma, so steigt die Stromintensität zunächst nach der Umkehrung wesentlich steiler an, als in Fig. 9, während das spätere Verhalten der Stromintensität durchaus der Fig. 9 entspricht. Hier kommt nun wiederum für die Stromintensität blos der Wechsel der Flüssigkeiten im Thonprisma in Betracht, und es sind vor und nach der Umkehrung dieselben Flüssigkeiten, welche in das Thonprisma eintreten resp. aus demselben austreten; — denn von der geringen Verunreinigung der nach der Umkehrung eintretenden Schwefelsäure und austretenden Zinklösung ist um so eher abzusehen, als unser Ergebniss dadurch nur noch a fortiori gesichert ist. Wir finden also wirklich, dass unter ganz gleichen Bedingungen die Stromintensität unmittelbar nach der Umkehrung der Stromrichtung steiler ansteigt, als unmittelbar vor der Umkehrung, oder, was dasselbe sagen will, dass nach der Umkehrung in der Zeiteinheit mehr Schwefelsäure in das Thonprisma eindringt, als vor der Umkehrung. Das heisst aber nichts Anderes, als dass die Geschwindigkeit der Flüssigkeitsfortführung in unserem Thonprisma durch den Wechsel der Stromrichtung vergrössert wird.

So isolirt auch auf den ersten Blick die neue Erfahrung erscheint, so lässt sie sich doch mit einer anderen Thatsache in Verbindung bringen.

Um die Schwierigkeiten der Darlegung nicht zu häufen, bin ich oben rasch darüber hinweggegangen, dass die Geschwindigkeit, mit welcher die Stromintensität während der ersten Stromrichtung ansteigt, bei den nicht überzogenen Thonprismen, nachdem die geringe Beschleunigung vorüber, schliesslich langsam abnimmt und bei den überzogenen Thonprismen, auch von der ersten Zeit der Durchströmung abgesehen, in andauernder Abnahme begriffen ist. Man constatirt diese Abnahme leicht überall, wo man nur lange genug die erste Stromrichtung beibehält, und natürlich besonders früh bei den überzogenen Thonprismen; schwieriger aber ist es, sie zu erklären.

Die entsprechende, doch raschere Abnahme, welche sich in den Fällen besserleitender Binnenflüssigkeit und schlechterleitender Aussenflüssigkeit ergeben hatte, haben wir damit oben zu begründen vermocht, dass durch das Wachsen des Widerstandes die Stromintensität, und mit ihr die Fortführung wie die Erwärmung abnahm, ausserdem aber auch der gleiche Flüssigkeitsersatz einen um so geringeren Zuwachs des Widerstandes herbeiführen musste, je grösser der Widerstand bereits geworden war. Hier sind alle die angezogenen Momente gerade gegen unsere Abnahme: das Sinken des Widerstandes macht die Stromintensität und mit dieser die Grösse der Fortführung und der Erwärmung stetig wachsen, und desselben Sinkens wegen muss auch der gleiche Flüssigkeitsersatz mit der Zeit eine immer grössere Bedeutung für den Widerstand gewinnen. Wären wir weniger weit in der Erkenntniss vorgerückt, so könnte man zu glauben versucht sein, dass die Aussenflüssigkeit sich durch Diffusion rasch über die ganze Binnenflüssigkeit verbreite und deren Widerstand so herabsetze, dass trotz des Wachsens der Stromintensität die Fortführung abnehme. Aber, wie die Dinge liegen, ist der Glaube unhaltbar, von vielen anderen Gründen zu schweigen, schon deshalb, weil die Erscheinungen der localen oberflächlichen Trockniss und Wiederbefeuchtung, die wir ausser Zweifel gestellt haben, bei so rascher und ausgedehnter Diffusion nicht auftreten könnten; und vornehmlich weil wir bei Versuchen, wie sie dem ausgezogenen Theile der Fig. 8 und der Fig. 10 zu Grunde liegen, die eingedrungene Schwefelsäure wieder austreten und so vollkommen austreten sehen, dass das Minimum, zu welchem die Stromintensität bei der zweiten Stromrichtung gelangt, von der anfänglichen Stromintensität um nicht mehr abweicht, als gerade der Erwärmung des Thonprisma's entspricht. Es kommt hinzu, dass wir auch bei Combinationen von Flüssigkeiten, die sich sehr schlecht mischen, wie z. B. conc. Zinkvitriollösung und conc. Kochsalzlösung, unsere Abnahme wiederfinden werden. Ebensowenig aber lässt sich an eine Behinderung denken, welche etwa an der Stromaustrittsfläche des Thonprisma's die Ueberführung erfahre, da doch die Flüssig-

keit dort an der Oberfläche des nicht überzogenen Thonprisma's frei zu Tage treten könnte, wie wir es unter Umständen beobachtet haben und noch werden erfolgen sehen. So dass Nichts übrig bleibt als den Grund unserer Abnahme darin zu suchen, dass der Vorgang der Fortführung selbst in unserem Thonprisma eine Hemmung der Fortführung setzt, welche mit der Dauer des Stromes wächst. Und damit lässt sich der vorbesprochene Einfluss des Wechsels der Stromrichtung einfach verknüpfen, indem nach unseren Versuchen Nichts der Annahme im Wege steht, dass die Hemmung sich nur auf die Stromrichtung beschränkt, die sie hat entstehen lassen, so dass sie mit dem Wechsel der Stromrichtung fortfällt und erst durch den Strom in seiner neuen Richtung von Neuem wieder ausgebildet wird.

Hr. G. Quincke hat bei seinen Untersuchungen über die Diaphragmenströme, als er dest. Wasser durch gebrannten Thon filtrirte, die in der Minute durchgeflossene Wassermenge mit der Zeit abnehmen sehen, so dass sie z. B. nach 3 Tagen auf weniger als die Hälfte gesunken war. Den Grund suchte er darin, dass die Wasserströmung abgerissene Theilchen der Thonplatte mit sich fortführte und an anderen Stellen der Thonplatte ablagerte, so dass die Poren dadurch verstopft wurden. Unter Umständen hatte auch wieder eine kleine Vermehrung der durchgegangenen Wassermenge statt, besonders wenn die Filtration längere Zeit unterbrochen gewesen war.[1]) Aehnliche Beobachtungen hat später Hr. Duclaux gemacht: wenn er z. B. Wasser durch Holzkohle senkrecht auf die Faserung filtrirte, betrugen die Ausflusszeiten gleicher Wassermengen nach einander 15, 46, 63, 119, 170, 210 Min. u. s. f. bis 15 Stunden. Aber Hr. Duclaux fand Hrn. Quincke's Begründung unwahrscheinlich und wollte die Verlangsamung der Filtration vielmehr dem zugeschrieben wissen, dass die unbewegliche Flüssigkeitsschicht an der Wandung der Poren mit der Zeit an Dicke zunahm.[2]) Ich kann Hrn. Duclaux' Er-

---

1) Pogg. Ann. Bd. 107. S. 21, 28. 1859.

2) Ann. d. Chim. et d. Phys. (4) T. 25. p. 498–9. 1872.

klärung die grössere Wahrscheinlichkeit nicht zuerkennen und ebensowenig die Verlangsamung der Filtration für eine den feuchten porösen Körpern insgesammt zukommende Erscheinung halten, sondern meine, dass die Erscheinung, wo sie auftritt, durch Veränderungen bedingt ist, sei es der Flüssigkeit, woran beiläufig schon Hr. Quincke gedacht hat, sei es des porösen Gerüstes, wofür Hrn. Duclaux' Erfahrungen an der thierischen Kohle sich geltend machen liessen. Doch thut das hier Nichts zur Sache. Auch lässt sich überhaupt nicht jene langsame Filtration in Beziehung bringen zu unserer in Rede stehenden Hemmung, welche in etwa einer Stunde der Ueberführung fast ein Ende macht, und um so weniger, als für die galvanische Ueberführung von Wasser durch gebrannten Thon die Proportionalität mit der Zeit ausgemacht ist. Aber der Gedanke, dass losgerissene Thon-Partikel die Poren des Thones verstopfen könnten, erscheint im Augenblicke, wie auch für unsere gesammte Untersuchung beachtenswerth. Und da ist denn zu sagen, dass eine solche Verstopfung, wenn überhaupt, nur ungemein selten vorkommt und dann auch nur in so geringem Grade, dass ihr gar keine Bedeutung weiter beizumessen ist. An unserem porösen Körper mit freier Oberfläche muss, soweit er eine und dieselbe Flüssigkeit enthält, jede Verstopfung dadurch kenntlich werden, dass die in der Wanderung aufgehaltene Flüssigkeit, an die Oberfläche gepresst. frei zu Tage tritt. Nun habe ich in der That manchmal bei der Durchströmung von Thonstücken, an ganz unbestimmten Stellen inmitten ihrer Länge, nicht lange nach der Schliessung des Kreises ein Flüssigkeitspünktchen an der Oberfläche erscheinen sehen, das mit der Dauer des Stromes an Grösse zunahm. Aber unter den so zahlreichen Thonstücken, die ich für die Zwecke der vorliegenden Untersuchung durchströmt sein liess, habe ich diese Beobachtung nur 4 mal, das eine Mal an drei nahe neben einander gelegenen Stellen desselben Thonstückes zugleich, sonst immer nur an einer Stelle, gemacht. In diesen Fällen mag wirklich eine Verstopfung durch losgerissene Thonpartikel stattgefunden haben, es kann aber auch das Gefüge des Thones ausnahmsweise von vorne herein

unregelmässig gewesen sein. In den Veränderungen der Stromintensität zeigte sich keine merkliche Abweichung gegen die sonstigen Versuche; anderenfalls würde bei der Seltenheit der Ausnahme - Versuche Nichts dem im Wege gestanden haben, dieselben ganz ausser Acht zu lassen.

Der Umstand, dass bei gleicher Binnen- und Aussenflüssigkeit die übergeführte Flüssigkeitsmenge unter sonst gleichen Bedingungen der Stromdauer proportional ist, führt unabweislich darauf hin, den Sitz unserer Hemmung in der Stromeintrittsstrecke des Thonprisma's zu erkennen, wo die Aussenflüssigkeit in immer wachsender Länge die Stelle der schlechterleitenden Binnenflüssigkeit einnimmt. Denken wir uns ein überzogenes Thonprisma, mit conc. Zinkvitriollösung getränkt, zwischen die Schwefelsäure - Hülfsbäusche gebracht und sofort den Kreis geschlossen, so wird die Zinklösung zunächst mit derselben Geschwindigkeit fortgeführt, wie wenn, bei gleicher Stromintensität, auch die Bäusche Zinkvitriollösung enthielten. Sobald aber Schwefelsäure in das Thonprisma eingetreten, muss eine Abnahme der Geschwindigkeit erfolgen, weil die Schwefelsäure langsamer durch den Strom fortgeführt wird als die Zinkvitriollösung; und die Geschwindigkeit müsste sogar sogleich bis zu der niederen Grösse sinken, welche, wenn dasselbe Thonprisma ganz mit Schwefelsäure erfüllt wäre, bei einer nur etwas grösseren Stromintensität, als zu Anfang bestand, statthätte, würde nicht von der Zinkvitriollösung, die unter einem so viel grösseren Drucke des Stromes steht, die Schwefelsäure noch aspirirt. Nur in der Reibung der Schwefelsäure findet die Aspiration einen Widerstand, und da die Reibung anfangs am kleinsten ist und mit der Verlängerung der von der Schwefelsäure occupirten Strecke des Thonprisma's mehr und mehr wächst, muss die Fortbeweguug der Schwefelsäure in Folge der Aspiration mit der Zeit immer unbeträchtlicher werden. Demgemäss muss auch die Geschwindigkeit, mit welcher die gesammte Flüssigkeit im Thonprisma fortgeführt wird, von ihrem Maximum unmittelbar nach der Schliessung aus allmählich mehr und mehr abnehmen, und die Vergrösserung der Stromintensität, welche der Eintritt der Schwefel-

säure mit sich bringt, kann diese Abnahme nur etwas verzögern. Ebenso ist dann Alles beim nicht überzogenen Thonprisma, bei welchem ja auch blos an der Oberfläche die Continuität des flüssigen Inhaltes eine Unterbrechung erfährt. Nur muss hier in Folge des Lufteintrittes die Aspiration der Schwefelsäure von geringerer Bedeutung sein und die austretende Zinklösung-Menge grösser, die eintretende Schwefelsäure-Menge kleiner sein, als beim überzogenen Thonprisma.

Nach der Umkehrung der Stromrichtung sind die Dinge nicht so einfach zu verstehen. Um aller unnützen Verwickelungen überhoben zu sein, betrachten wir nur das überzogene Thonprisma. Zu Anfang, scheint es, müsse die Reibung der eingedrungenen und langsamer fortgeführten Schwefelsäure jetzt dem positiven Drucke der rascher fortgeführten Zinkvitriollösung gerade denselben Widerstand entgegensetzen, wie unmittelbar vor der Umkehrung dem negativen Drucke von derselben Seite, und nur mit der Zeit müsse, je mehr Schwefelsäure wieder das Thonprisma verlassen, die Reibung geringer werden: so dass die gesammte Flüssigkeit im Thonprisma von der Umkehrung an mit beschleunigter Geschwindigkeit fortgeführt würde. Dazu kommen noch die Vorgänge in der ursprünglichen Stromaustrittsstrecke und die Veränderungen der Stromintensität in Betracht, und diese für sich würden ohngefähr ebenso — es lohnt nicht, die Unterschiede zu verfolgen —, wie die Vorgänge bei der ersten Stromrichtung, die Geschwindigkeit der Flüssigkeitsfortführung im Thonprisma von der Umkehrung an mehr und mehr abnehmen lassen. Alles in Allem, wäre also zu erwarten, dass die Geschwindigkeit, mit welcher die Fortführung des gesammten Inhaltes des Thonprisma's erfolgt, von der Umkehrung an anfangs beschleunigt und dann verlangsamt wäre. Aber nur hinsichts der Verlangsamung sehen wir das Ergebniss der Anschauung mit der Erfahrung übereinstimmen, und wenn anders wir nicht ganz irrig die Beschleunigung der Geschwindigkeit nach der Umkehrung in Beziehung zur Abnahme der Geschwindigkeit vor der Umkehrung gebracht haben, muss es noch einen Umstand

geben, der die Reibung der eingedrungenen Schwefelsäure sofort mit der Umkehrung so herabsetzt, dass die erschlossene anfängliche Beschleunigung der Geschwindigkeit ganz wegfällt. Wirklich werden wir einen solchen Umstand später kennen lernen, und ich komme dann auf diese Verhältnisse nochmals zurück.

Gehen wir nunmehr zu den anderen hierhergehörigen Combinationen unserer Flüssigkeiten über, so genügen wenige Worte für die Fälle, in welchen Kochsalzlösung die Binnenflüssigkeit und Schwefelsäure die Aussenflüssigkeit oder zweitens Zinkvitriollösung die Binnenflüssigkeit und Kochsalzlösung die Aussenflüssigkeit ist. In diesen Fällen ist nämlich Alles ebenso, wie oben, wo Zinkvitriollösung im Thonprisma zwischen Schwefelsäure sich befand, nur dass unter sonst gleichen Versuchsbedingungen alle Widerstandsveränderungen, den Leitungsfähigkeiten der in Betracht kommenden Flüssigkeiten gemäss, geringer sind, und zwar im letzten der beiden Fälle noch wesentlich geringer als im ersten. Dagegen müssen wir wiederum länger verweilen bei denjenigen Combinationen, in welchen dest. Wasser die Binnenflüssigkeit abgiebt.

Ist ein mit dest. Wasser getränktes Thonprisma zwischen Schwefelsäure oder Kochsalzlösung oder Zinkvitriollösung durchströmt, so nimmt, wie es Fig. 11 bei Zinkvitriollösung als Aussenflüssigkeit darstellt, die Stromintensität ununterbrochen zu, auch wenn mit der Stromrichtung öfters gewechselt wird. Weder nach der ersten noch nach der zweiten oder einer folgenden Umkehrung der Stromrichtung kommt eine intercurrente Abnahme der Stromintensität zur Beobachtung, und, was nicht minder sofort auffällt, die Zunahme ist im Ganzen während der ersten Stromrichtung nur sehr gering und während der folgenden Stromrichtung beträchtlich grösser. Die allgemeine Tendenz der Stromintensität, zu wachsen, abgerechnet, scheint danach keine Uebereinstimmung zwischen den neuen Ergebnissen und den früheren, mit welchen wir sie in Verbindung bringen wollten, zu bestehen, und ganz eigenthümliche Vorgänge scheinen im Inneren des Wasser - Thonprisma's bei der Durchströmung stattzuhaben. Aber Besseres lehrt die ein-

gehende Untersuchung: auch die Vorgänge und Erscheinungen am Wasser-Thonprisma ordnen sich durchaus der Kenntniss unter, welche wir oben gewonnen haben, und nur besondere Umstände machen sich hier geltend, dies für's Erste zu verdecken.

Während der ersten Stromrichtung, auf deren Verfolgung wir uns zunächst beschränken, nimmt, wie es Fig. 11 für den Fall zeigt, dass die Durchströmung zwischen Zinkvitriollösung erfolgt, so auch bei Kochsalzlösung oder Schwefelsäure als Aussenflüssigkeit die Stromintensität anfangs mit beschleunigter und später mit verzögerter Geschwindigkeit zu. Die gesammte Zunahme ist dabei im Falle der Zinklösung kaum der Rede werth, etwas grösser im Falle der Kochsalzlösung und noch ein wenig grösser, aber doch immer nur gering, im Falle der Schwefelsäure. Die Inspection des Thonprisma's ergiebt, dass auch hier überall, wie wir es sonst immer gefunden haben, am Stromeintrittsende des Thonprisma's sehr bald nach der Schliessung die Endstrecke sich verfärbt (dunkeler wird) und die Verfärbung mit der Zeit immer weiter in der Richtung des Stromes sich ausbreitet. Also auch hier dringt in Folge der Durchströmung, wie zu erwarten stand, die Aussenflüssigkeit immer tiefer in das Thonprisma ein, und daher rührt die andauernde Zunahme der Stromintensität. Dass diese Zunahme bei unseren verschiedenen Aussenflüssigkeiten im Ganzen verschieden gross, ist dann nur naturgemäss und entspricht der verschiedenen Differenz der Leitungsfähigkeiten zwischen dem Wasser einerseits und den drei Aussenflüssigkeiten andererseits. Aber unverständlich bleibt, dass die gesammte Zunahme der Stromintensität hier überall so viel kleiner ist, als bei den vorbetrachteten Combinationen, bei welchen doch die Aussen- und die Binnenflüssigkeit viel weniger hinsichts ihrer Leitungsfähigkeit von einander abwichen. Und nicht minder räthselhaft erscheint, dass, entgegen unseren sonstigen Erfahrungen und trotz der Erwärmung durch den Strom, die Stromintensität in der ersten Zeit nach der Schliessung hier nicht nur nicht rascher, sondern selbst etwas langsamer, als in der Folgezeit, ansteigt.

Ich habe schon zu erwähnen Gelegenheit gehabt, dass Hr. G. Quincke bei seinen Untersuchungen über die Diaphragmenströme auf die Vermuthung geführt worden ist, dass das dest. Wasser im gebrannten Thone sich verändere; und zwar sollte das Wasser, indem es Theilchen der porösen Wand auflöste, in seiner Leitungsfähigkeit erhöht werden.[1]) Daran könnte man zu denken versucht sein, um die Schwierigkeiten, auf welche wir gestossen sind, hinwegzuräumen. Aber sicher wäre schon im nächsten Augenblicke der Gedanke abgethan. Denn selbst zugegeben, dass das dest. Wasser den porösen Thon angreift und dadurch die Leitungsfähigkeit einer höchst verdünnten Salzlösung erlangt, so wäre doch damit noch gar Nichts für unsere Zwecke erreicht, für welche die Flüssigkeit im Thone etwa das Leitungsvermögen der concentrirten Zinkvitriollösung gewonnen haben müsste, sollte die ohngefähre Constanz der Stromintensität während der ersten Stromrichtung in Fig. 11 sich verstehen lassen. Ueberdies bliebe so die auffällige Art und Weise des Ansteigens der Stromintensität nach wie vor unerklärt, und diese schliesst überhaupt alle Vermuthungen aus, welche nicht zu den Elementen unseres sonstigen Verständnisses des Ansteigens der Stromintensität hier noch ein ganz neues Element hinzufügen. Offenbar handelt es sich um einen Vorgang, welcher von der Schliessung des Kreises an den Widerstand des Thonprisma's mit abnehmender Geschwindigkeit wachsen macht. Einen solchen Vorgang haben wir zu suchen, und wir finden ihn — in der Verdunstung.

Wenn wir oben für die mit Zinkvitriollösung oder Kochsalzlösung oder Schwefelsäure getränkten Thonprismen mit Sicherheit es ausgeschlossen haben, dass die Verdunstung unsere Versuchsergebnisse beeinflusste, so besagt das natürlich Nichts für unseren jetzigen Fall, wo das viel rascher verdunstende Wasser das Thonprisma erfüllt. Lässt man mit den verschiedenen Flüssigkeiten getränkte Thonprismen, an deren Oberfläche eine dünne Schicht freier Flüssigkeit erhalten ist, unge-

1) Pogg. Ann. Bd. 107. S. 35, 44; — Bd. 110. S. 48.

schützt an der Luft neben einander liegen, so verschwindet diese Schicht bei den Wasser-Thonprismen viel rascher, als bei den übrigen Thonprismen. Noch auffallender wird der Unterschied bei unseren Versuchen selbst, wenn die in gewohnter Weise abgetrockneten Thonprismen durchströmt sind, dadurch dass schon nach einer Durchströmung von ca. 10 Minuten das Wasser-Thonprisma, obwohl es am wenigsten erwärmt ist, gut an der Zunge klebt, während ich das Gleiche für die anderen Thonprismen in den ersten Stunden der Durchströmung kaum je habe constatiren können. Und so wenig hiernach die rasche Verdunstung am Wasser-Thonprisma überhaupt, so wenig wird sich auch weiter bezweifeln lassen, dass die Widerstandszunahme des Prisma's in Folge der Verdunstung mit verzögerter Geschwindigkeit erfolgen muss; denn indem die verdunstende Oberfläche immer tiefer in das Prisma hineinrückt, muss die Geschwindigkeit der Verdunstung so beträchtlich verlangsamt werden, dass selbst die Verschiedenheit des Werthes, welcher der gleichen Querschnittsverringerung der Flüssigkeit im Prisma früher und später für den Widerstand des Prisma's zukommt, nicht dagegen ins Gewicht fallen kann. Aber glücklicherweise sind wir auf diese Ueberlegungen allein nicht angewiesen.

Als ausgezeichnetes Hülfsmittel bietet sich uns hier die Untersuchung der Thon-Dreiecke dar, bei welchen gegen den Widerstand des spitzen Endes der übrige Widerstand des Körpers nahezu verschwindet. Haben wir mit der Verdunstung das Rechte getroffen, so greifen die beiden Vorgänge, welche für das in Rede stehende Ansteigen der Stromintensität von Bedeutung sind, an ganz verschiedenen Stellen an: die Verdunstung in der ganzen Ausdehnung des durchströmten Thonkörpers, soweit er Wasser enthält, der Flüssigkeitsersatz nur an der Stromeintrittstrecke des Körpers. Demgemäss werden bei der Durchströmung von wasserhaltigen Thon-Dreiecken, wenn der Strom von der Spitze zur Basis gerichtet ist, wesentlich die Widerstandsveränderungen in Folge des Flüssigkeitsersatzes, dagegen, wenn der Strom die umgekehrte Richtung hat, wesentlich die Widerstandsveränderungen in Folge der

Verdunstung das Verhalten der Stromintensität bestimmen müssen. Und damit kommt genau der Erfolg der Versuche überein. Denn wenn an dem wasserhaltigen Thon-Dreiecke die Spitze dem Strome zum Eintritte dient, steigt, wie es die ausgezogene Curve der Fig. 12 darstellt, die Stromintensität viel beträchtlicher, als im Falle des Thonprisma's, und von der Schliessung des Kreises an mit langsam abnehmender Geschwindigkeit an; während, wenn an dem gleichen Thon-Dreiecke die Basis die Stromeintrittsfläche ist, die Stromintensität, wie es die gestrichelte Curve der Fig. 12 zeigt, mit anfangs grosser und rasch abnehmender Geschwindigkeit sinkt. Mit aller nur wünschenswerthen Klarheit tritt hier also die Wirkung der Verdunstung hervor, und in derselben Weise musste sie sich natürlich an unseren Wasser-Thonprismen geltend machen, nur in geringerer Stärke, weil dort die Ungleichheit der verschiedenen Längenabschnitte des Körpers nicht bestand.

Wir sind aber auch im Stande, die Verdunstung ganz auszuschliessen, und können uns damit unserem Ziele noch unmittelbarer nähern. Verwenden wir für die Durchströmung (mit Siegellack) überzogene wasserhaltige Thonprismen, so macht die Stromintensität die Veränderungen durch, welche Fig. 13 zeigt: Veränderungen also von angemessener Grösse im Vergleich mit denen, welche bei den vorbetrachteten Combinationen von Flüssigkeiten an den überzogenen Thonprismen auftraten, und zugleich Veränderungen ganz derselben Art, wie die, welche ebendort sich darboten. Danach muss auch der letzte Zweifel schwinden, dass nur durch die Verdunstung, indem sie eine verzögerte Zunahme des Widerstandes mit sich bringt, die Abweichungen veranlasst sind, welche uns an den Widerstandsveränderungen der nicht überzogenen Thonprismen auffielen; und da der Verdunstung bei unserer Untersuchung blos die Bedeutung einer Fehlerquelle zukommt, ist es ausgemacht, dass die Veränderungen und Vorgänge am Wasser-Thonprisma, welche der Strom in seiner ersten Richtung herbeiführt, durchaus übereinstimmen mit denjenigen, welche wir vorher an den Thonprismen mit anderen schlechterleitenden Binnenflüssig-

keiten zwischen besserleitenden Aussenflüssigkeiten kennen lernten.

Des Interesses wegen, welches der Vergleich mit der gestrichelten Curve der Fig. 12 bietet, sind im punktirten Theile derselben Figur noch die Veränderungen dargestellt, welche die Stromintensität in einem Kreise erfährt, in dem ein überzogenes wasserhaltiges Thon-Dreieck von der Basis zur Spitze durchströmt ist.

Dabei zeigt sich eine eigenthümliche Erscheinung, die, so lange man ihre untergeordnete Bedeutung nicht erkannt hat, wohl geeignet ist, an der Vollständigkeit des gewonnenen Verständnisses irre werden zu lassen: ich meine die anfängliche höchst geringe Abnahme und beschleunigte Zunahme der Stromintensität. Bringt man das überzogene Thon-Dreieck rasch zwischen die Bäusche und schliesst sogleich den Kreis, so kommt Nichts der Art zur Beobachtung. Sind dagegen mehrere Minuten zwischen der Anlagerung des Thon-Dreiecks und dem Beginne der Durchströmung verflossen, so ist es die Regel, dass man in den ersten 2—4 Minuten eine beschleunigte Zunahme oder vor dieser Zunahme sogar noch eine beschleunigte Abnahme der Stromintensität, wie sie in guter Ausbildung die Figur zeigt, findet. Mit diesen Daten liegt aber auch schon die Erklärung der Erscheinung klar vor. Die von der Anlagerung des Thones an wirksame Diffusion hat zur Folge, dass zunächst nicht reines Wasser, sondern eine sehr verdünnte Säure oder Salzlösung aus der Stromaustrittsstrecke des Thon-Dreiecks durch den Strom ausgeführt wird. Und da die Veränderung des spitzen Endes von so viel grösserer Bedeutung für den Widerstand des Thon-Dreiecks ist, als die Veränderung der Basis, erfährt durch jene Ausfuhr, trotz der Einfuhr einer viel besser leitenden Flüssigkeit, der Widerstand des Thon-Dreiecks in den ersten Minuten der Durchströmung eine rasch zu Ende gehende Vergrösserung, die sich zu den sonstigen Widerstandsveränderungen des Thon-Dreiecks algebraisch summirt.

Ausserdem habe ich noch anzuführen, dass bei unseren überzogenen Versuchskörpern das dest. Wasser etwas vom

Siegellack aufgelöst und dadurch an Leitungsfähigkeit gewonnen hatte. Denn nur so lässt es sich erklären, dass der Widerstand des überzogenen Wasser-Thones sich zu dem des nicht überzogenen = 1 : 2—5 verhielt, da doch dies Verhältniss viel zu gross ist, als dass es allein in der Trockniss der zu Anfang gewiss sehr dünnen oberflächlichsten Schicht des nicht überzogenen Wasser-Thones begründet sein könnte. Man übersieht leicht, dass die Veränderung des Wassers, weit entfernt, unsere Ergebnisse zu gefährden, dieselben vielmehr erst recht sicherte, da bei reinem Wasser in Folge seines grösseren Widerstandes unsere Curve Fig. 13 während der ersten Stromrichtung nur noch etwas steiler hätte ansteigen müssen. Deshalb habe ich mich auch, nachdem ich erst ziemlich spät auf die Veränderung des Wassers aufmerksam geworden war, nicht weiter darum bemühen zu müssen geglaubt, eine dem Wasser besser widerstehende Decksubstanz zu finden. Es verdient aber Beachtung, dass in Hrn. Quincke's oben (S. 291) erwähnten Versuchen das Diaphragma von gebranntem Thone gleichfalls mit Siegellack eingekittet war, so dass die dort gefundene Erhöhung der Leitungsfähigkeit des Wassers sich von vorne herein ebensowohl der Auflösung von Siegellack- wie von Thon-Partikeln zuschreiben liess. Und ich muss mich für die erstere Möglichkeit entscheiden, da meine angeführten Erfahrungen mit Bestimmtheit für die Beschädigung des Siegellackes sprechen, während ich Nichts wahrgenommen habe, das andeutete, dass auch der gebrannte Thon vom dest. Wasser angegriffen würde.

Wir kommen zur zweiten Stromrichtung und sehen bei dieser unser (nicht überzogenes) Wasser-Thonprisma (Fig. 11) die Abweichungen darbieten, dass die Stromintensität stetig ansteigt, ohne dass ein intercurrentes Sinken sich einstellt, und dass das Ansteigen andauernd viel rascher, als bei der ersten Stromrichtung, erfolgt. Mit diesen Abweichungen kann selbstverständlich die Verdunstung Nichts mehr zu thun haben, und ein Blick auf unser Wasser-Thonprisma belehrt uns denn auch, dass nunmehr ein ganz anderes Moment in's Spiel kommt.

Soweit unsere Untersuchungen sich bisher erstreckt haben,

ergab die Inspection des Thonprisma's nach dem Wechsel der Stromrichtung Nichts weiter, als, was ich schon angeführt habe, die allmähliche Verkürzung der ersten verfärbten Endstrecke und die allmähliche Verlängerung einer neuen verfärbten Strecke, die am anderen Ende des Thonprisma's auftrat. Anders ist es beim Wasser-Thone. Kurz nachdem die Wippe umgelegt ist, bricht an der ursprünglichen Stromeintrittshälfte des Prisma's, und zwar von der Grenze der verfärbten Endstrecke an auf ca. 4 Mm. Länge nach der Mitte des Prisma's zu oben, unten und an den Seiten Flüssigkeit aus dem Prisma aus. Zuerst erscheinen sehr zahlreich ganz feine discrete Flüssigkeitspunkte, die Punkte werden rasch grösser zu Tröpfchen, aus den Tröpfchen werden durch Wachsen und Zusammenfliessen bald Tropfen, auch die Tropfen nehmen rasch an Grösse zu und vereinigen sich, und so ist schon nach 2—3 Minuten die bezeichnete Strecke des Prisma's von einem Gürtel freier Flüssigkeit umgeben. Innerhalb derselben wenigen Minuten hat sich eine neue verfärbte Strecke am jetzigen Stromeintrittsende des Prisma's gebildet und schon etwa dieselbe oder eine grössere Länge gewonnen, als der verfärbten Strecke am jetzigen Stromaustrittsende zur Zeit des Wechsels der Stromrichtung zukam. Die letztere Strecke hat sich bis dahin nicht merklich verändert, nimmt aber hernach sichtlich an Länge ab. Die neue verfärbte Endstrecke und die ausgetretene Flüssigkeit wachsen dagegen beide auch in der Folgezeit, nur deutlich weniger rasch als zuerst; und der Flüssigkeitsgürtel breitet sich dabei nach der jetzigen Stromaustrittsfläche hin und noch mehr in entgegengesetzter Richtung aus. Nimmt man die ausgetretene Flüssigkeit, 10—20 Minuten nach dem Wechsel der Stromrichtung, rasch mittelst Fliesspapieres fort, so verändert sich die Stromintensität nicht wesentlich: wo die Ablenkung nach dem Umlegen der Wippe um ca. 100 Sc. zugenommen hatte und eine grosse Flüssigkeitsmenge, die über ein Drittheil des Prisma's bedeckte, rasch entfernt wurde, sah ich den Spiegel nur um ca. 10 Sc. zurückweichen. Woraus hervorgeht, dass die ausgetretene Flüssigkeit reines oder fast reines Wasser war; denn eine besserleitende freie Flüssigkeit

als Nebenschliessung hätte wirksamer den Widerstand des Kreises beeinflusst.

Danach sind die in Rede stehenden Abweichungen am Wasser-Thonprisma sogleich verständlich. Statt der sonstigen langsamen Verschiebung der Flüssigkeiten im Thonprisma haben wir beim Wasser-Thone nach dem Umlegen der Wippe ein stürmisches Auspressen von Wasser durch den Strom, in Folge dessen die Aussenflüssigkeit vom ursprünglichen Ableitungsbausche her rasch in das Thonprisma hinein nachrückt. Und indem dieser Flüssigkeitswechsel im Thone sich mit grosser Geschwindigkeit und in grossem Umfange vollzieht, verliert es für die Widerstandsveränderungen des Thonprisma's alle Bedeutung, dass innerhalb derselben Zeit von der vor dem Umlegen eingedrungenen Aussenflüssigkeit ein Theil langsam wieder austritt. Nur das kommt in Betracht, dass die zunächst nach dem Umlegen eindringende Aussenflüssigkeit durch das Wasser, welches vor dem Umlegen austrat, verdünnt ist; dem ist es zuzuschreiben, dass die Geschwindigkeit der Zunahme der Stromintensität in den ersten Minuten nach der Umkehrung der Stromrichtung eine etwas beschleunigte ist, während dieselbe später — entsprechend der Abnahme der Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser ausgepresst wird — abnimmt.

Natürlich, ist dieses Verständniss erschöpfend, so müssen mit dem Auspressen des Wassers zugleich unsere Abweichungen in Fortfall kommen. Nichts wird uns aber im Augenblicke leichter, als davon uns zu überzeugen; denn da der Siegellack-Ueberzug der Thonprismen auch den Wasser-Austritt an die Oberfläche verhindert, haben wir nur nöthig, unsere früheren Versuche an den überzogenen Wasser-Thonprismen unter Wechsel der Stromrichtung länger auszudehnen. Wir sehen alsdann, wie es Fig. 13 zeigt, die Stromintensität nach der Umkehrung der Stromrichtung hier gerade so sich verändern, wie wir es oben bei den überzogenen Thonprismen mit den anderen Combinationen von Flüssigkeiten fanden; und die Uebereinstimmung erhält sich auch, wie ich sogleich hinzufügen will, sowohl wenn wir die Stromrichtung wiederholt umkehren, wie wenn wir vor der Umkehrung der Stromrichtung die Strom-

austrittsfläche des Wasser-Thonprisma's einer neuen Stelle des Ableitungsbausches anlagern. Somit steht jetzt fest, dass nicht blos während der ersten Stromrichtung, sondern während der Durchströmung überhaupt, die Erscheinungen und Vorgänge, welche der Strom herbeiführt, bei allen unseren Combinationen schlechterleitender Binnenflüssigkeit und besserleitender Aussenflüssigkeit durchaus dieselben sind, wie wir sie zuerst im Falle der Zinklösung zwischen Schwefelsäure kennen lernten. Nur geschieht es da, wo der nicht überzogene Thonkörper Wasser enthält, dass nach der Umkehrung der Stromrichtung überaus reichlich Wasser an die Oberfläche gepresst und im Thonkörper durch die Aussenflüssigkeit ersetzt wird, wodurch statt der sonstigen Widerstandsveränderungen des Thonkörpers nur eine Abnahme des Widerstandes sich einstellt.

Diese Eigenheit des Wasser-Thones ist gewiss bemerkenswerth, aber es ist doch wohl festzuhalten, dass im Grunde auch sie keinesweges als Abweichung oder Ausnahme gelten kann. Denn überall, wo die Binnenflüssigkeit schlechter leitet als die Aussenflüssigkeit, steht nach der Umkehrung der Stromrichtung die grosse Masse der Binnenflüssigkeit unter höherem Drucke, als die während der ersten Stromrichtung eingedrungene Aussenflüssigkeit, welche sich vor ihr befindet. Und es ist nur beim Wasser-Thone der Ueberdruck des Wassers in Folge seines geringen Leitungsvermögens so gross, dass eine beträchtliche Menge Flüssigkeit an die Oberfläche gedrängt wird, während in den vorher betrachteten Fällen der Ueberdruck der Binnenflüssigkeit höchstens ausreicht, die bei der ersten Stromrichtung entleerten oberflächlichen Poren des Thones wieder zu füllen und eine dünne, nicht weiter auffällige Schicht freier Flüssigkeit an die Oberfläche zu schaffen. Was hier nach der Umkehrung der Stromrichtung in der neuen Stromaustrittsstrecke vorgeht, entspricht ganz dem, was im Falle besserleitender Binnenflüssigkeit und schlechterleitender Aussenflüssigkeit während der ersten Stromrichtung in der Stromeintrittsstrecke statthat; und auch da haben wir den Flüssigkeitsbelag an Länge wie an Dicke hervorragen sehen, wenn Wasser die

Aussenflüssigkeit war, die der besserleitenden Binnenflüssigkeit nachdrängte.

Es würde zu weit führen und auch im Augenblicke nicht lohnend sein, wollte ich die Wahrnehmungen am nicht überzogenen Wasser-Thone weiter in's Detail verfolgen; und ich will deshalb nur noch eine Lücke ausfüllen, welche hinsichts der Erscheinungen nach wiederholter Umkehrung bisher geblieben ist. Kehrt man, nachdem die zweite Stromrichtung 10—15 Minuten bestanden und reichlich freies Wasser in der Stromaustrittshälfte des Thonprisma's sich angesammelt hat, zur ersten Stromrichtung zurück, so wiederholt sich an der neuen Stromaustrittshälfte Alles ganz ebenso, wie es bei der vorigen Stromrichtung an der damaligen Stromaustrittshälfte zu beobachten war. Aber die verfärbte Endstrecke der jetzigen Stromeintrittshälfte verlängert sich anfangs langsamer als vorher, und dafür sieht man die Flüssigkeit an der Oberfläche rasch mehr und mehr aufgesogen werden, so dass schon ca. 5 Minuten nach dem Umlegen der Wippe gar keine Spur mehr von freier Flüssigkeit hier zu finden ist. Das Wasser, welches der Strom jetzt auspresst, wird also im Thone zunächst vorwiegend durch das Zurücktreten des früher ausgepressten Wassers wiederersetzt, und erst wenn diese Quelle versiegt ist, wird der Ersatz ausschliesslich durch die Aussenflüssigkeit geliefert, welche vom Zuleitungsbausche her nachrückt. So oft dann die Stromrichtung wieder umgekehrt wird, kehren immer die eben beschriebenen Erscheinungen wieder.

Dabei macht sich auch jedes Mal das Verschwinden der vorher angesammelten freien Flüssigkeit in dem Ansteigen der Stromintensität bemerklich durch den Beginn einer kurzen Verzögerung, welcher eine kurze Beschleunigung nachfolgt, so dass die Curve der Stromintensität eine kleine Knickung gegen die Abscissenaxe darbietet (Fig. 11). Nach allem Voraufgegangenen kann diese Knickung nur dadurch bedingt sein, dass zu der Zeit die oberflächlichen Poren des Thones an der Grenze der Binnen- und der Aussenflüssigkeit in der Stromeintrittshälfte luftleer werden; und damit steht, was ich über den Eintritt der Knickung eben sagte, im besten Einklange. Es finden sich da-

für aber auch noch zwei besondere, recht interessante Beweise. Dass bei der zweiten Stromrichtung die Knickung nicht zur Beobachtung kommt, obwohl doch auch da die betreffenden oberflächlichen Poren luftleer werden müssen, würde dadurch zu erklären sein, dass bei dieser Stromrichtung der Lufteintritt sofort nach dem Umlegen der Wippe beginnt, zur Zeit also, wo die Aussenflüssigkeit mit der grössten Geschwindigkeit eindringt, und dass deshalb die geringe Zunahme des Widerstandes in Folge des Lufteintrittes verdeckt wird. Nun können wir die Bedingungen der zweiten Stromrichtung auch für jede spätere Stromrichtung herstellen, sobald wir unmittelbar vor dem Umlegen der Wippe die angesammelte freie Flüssigkeit mittelst Fliesspapieres fortnehmen. Als Folge dieses Eingriffes hätten wir dann zu erwarten, dass auch bei dieser späteren Stromrichtung die Knickung der Curve ausbleibt, — und das ist es in der That, was wir finden. Der zweite Beweis nimmt gerade den entgegengesetzten Weg. In der Regel sieht man während der ersten Stromrichtung am Stromaustrittsende des Wasser-Thonprisma's gar keinen oder doch nur einen sehr feinen Flüssigkeitsbelag, der höchstens über 2—3 Mm. ausgedehnt ist. Aber in einzelnen Fällen, und besonders bei Schwefelsäure als Aussenflüssigkeit, kommt es vor, wenn das Thonprisma dem Ableitungsbausche zu dicht angelagert ist, dass ein reichlicher Austritt von Wasser dort an die Oberfläche des Thonprisma's erfolgt; so dass am Ende der ersten Stromrichtung die Stromaustrittshälfte ähnlich mit freier Flüssigkeit überschwemmt ist, wie sonst am Ende der zweiten Stromrichtung die ursprüngliche Stromeintrittshälfte. Hier sind also ausnahmsweise schon für die zweite Stromrichtung die Bedingungen vorhanden, die sonst nur den späteren Stromrichtungen zukommen, und wir sehen, ganz wie wir es zu erwarten haben, in diesen Ausnahmefällen die Knickung der Curve auch schon bei der zweiten Stromrichtung auftreten.

Ich glaube darauf aufmerksam machen zu müssen, dass unser Versuch am Wasser-Thone einen sehr schönen Vorlesungsversuch abgiebt, um die Fortführung der Flüssigkeit durch den Strom zu demonstriren. Für den Zweck lässt sich die Zulei-

tungsvorrichtung so vereinfachen, dass man auf gut isolirte horizontale Zink- oder Kupferplatten vierseitig prismatische und mit Zink- resp. Kupfervitriollösung getränkte Fliesspapier-Bäusche legt, an welchen die beiden einander zugewandten verticalen Flächen gut beschnitten sind. Nachdem der Strom das zwischengeklemmte Wasser-Thonprisma während 10—15 Minuten in einer Richtung durchflossen hat, kehrt man die Stromrichtung um, und man beobachtet das Austreten des Wassers an der jetzigen Stromaustrittshälfte. Sind wieder 5—10 Minuten vergangen, kehrt man zur ursprünglichen Stromrichtung zurück: das vorher ausgetretene Wasser wird allmählich aufgesogen, und zugleich tritt immer mehr nnd mehr Wasser an der anderen Hälfte des Thonprisma's an die Oberfläche. Nicht lange nachdem das erstere Wasser ganz verschwunden ist, legt man von Neuem die Wippe um, und wo das Wasser eben aufgesogen wurde, tritt jetzt Wasser aus, während auf der anderen Seite das ausgetretene Wasser zurücktritt. So lässt sich das Spiel häufig wiederholen, und dadurch wird nach meinem Ermessen die Fortführung im porösen Körper noch anschaulicher, ich möchte sagen, handgreiflicher gemacht, als durch den gebräuchlichen Versuch mit dem Wiedemann'schen Apparate[1]); jedenfalls wird der eine Versuch gut neben dem anderen seine Stelle finden. Modificirt man das Verfahren in der Weise, dass man jedesmal vor dem Umkehren der Stromrichtung das ausgepresste Wasser rasch mit Fliesspapier fortnimmt, so sieht man jeden neuen Wasser-Austritt wesentlich näher der Mitte des Thonprisma's erfolgen, als den vorbergegangenen, und die von den Grundflächen her eindringende Zink- oder Kupferlösung rasch mehr und mehr die Stelle des Wassers im Thonprisma einnehmen. Ich glaube, dass dieses Verfahren eine sehr vortheilhafte Anwendung finden kann bei porösen Körpern mit gegebener schlechtleitender Binnenflüssigkeit, bei welchen es sich darum handelte, die Binnenflüssigkeit zu isoliren oder durch eine andere Flüssigkeit zu ersetzen.

1) Pogg. Ann. Bd. 87. S. 328.

Jetzt sind wir so weit, dass wir an die oben aufgeschobene Ermittelung gehen können, woher es kommt, dass, wenn Schwefelsäure in das mit Zinkvitriollösung getränkte Thonprisma eingedrungen ist, das Gemisch, welches nach dem Wechsel der Stromrichtung aus dem Thonprisma austritt, anfangs nur sehr wenig und erst allmählich mehr und mehr Schwefelsäure enthält. Wir haben inzwischen gefunden, dass die auffällige Erscheinung bei allen unseren Combinationen schlechterleitender Binnenflüssigkeit und besserleitender Aussenflüssigkeit wiederkehrt und zwar überall ohngefähr in gleicher Grösse, etwas beträchtlicher oder etwas unbeträchtlicher als in dem zuerst betrachteten Falle, und wesentlich geringer nur da, wo Zinklösung die Binnenflüssigkeit und Kochsalzlösung die Aussenflüssigkeit ist. Die Ursache der Erscheinung lässt sich also nicht mehr in besonderen Beziehungen vermuthen, in welchen die benutzten Flüssigkeiten etwa zu einander ständen, sondern sie wird einzig und allein in den Beziehungen gesucht werden können, in welche die verschiedenen Flüssigkeiten, je nachdem sie besser oder schlechter leitend, Wasser oder Säure oder Salzlösung sind, zu der festen Substanz des Thonprisma's treten. Und auf dieser Stufe der Erkenntniss kommen uns anderweitig gemachte Erfahrungen wesentlich zu Hülfe.

Schon vor langer Zeit hat Wagenmann beobachtet, dass, wenn man Essig durch feinen Quarzsand oder Holzkohle filtrirt, die durchgelaufene Flüssigkeit anfangs aller Säure beraubt ist, bis die Säure in der porösen Substanz eine gewisse Concentration erlangt hat; und bei der gleichen Filtration von verdünntem Kartoffelbranntwein hat er zuerst reines Wasser, dann verdünnten Alkohol, aber ohne Fuselöl, schliesslich das unveränderte Gemisch abfliessen sehen[1]). Hr. G. Quincke fand weiter bei der Filtration von verdünntem Alkohol durch porösen Thon, der mit Wasser angefeuchtet war, — von der durch das Wasser im Thone veränderten ersten Portion natürlich abgesehen — die durchgelaufene Flüssigkeit von geringerem Wasser-

1) Pogg. Ann. Bd. 24. S. 600. 1832.

gehalte, als den angewandten Alkohol[1]). Hr. Duclaux endlich sah, in Folge der Filtration durch Kohlenpulver, verdünnten Alkohol noch verdünnter, ziemlich concentrirten Alkohol noch concentrirter abfliessen; und filtrirte er eine Lösung von schwefelsaurem Ammonium durch Kohlenpulver, so ging zuerst eine viel verdünntere Lösung durch, und nur ganz allmählich näherte sich die filtrirte Flüssigkeit der ursprünglichen[2]). Alle diese Erfahrungen laufen darauf hinaus, darzuthun, und das hat man auch aus ihnen geschlossen, dass die feste Substanz des porösen Körpers die verschiedenen in einer Flüssigkeit enthaltenen Stoffe ungleich anzieht, den einen mehr absorbirt als den anderen. Der erstere Stoff muss danach in überwiegender Menge in der unbeweglichen Wandschicht sich anhäufen und mit Zähigkeit dort festgehalten werden. In der That, filtrirt man nach einer Säure oder Salzlösung reines Wasser durch gebrannten Thon oder Kohle, so erhält man als Filtrat eine verdünnte Säure oder Salzlösung, deren Säure- resp. Salzgehalt nur allmählich abnimmt, und man ist, selbst bei noch so langer Dauer der Filtration, nicht im Stande, auf diese Weise die Säure oder das Salz völlig aus dem porösen Körper zu entfernen[3]).

Betrachten wir nun z. B. unser wasserhaltiges Thonprisma, nachdem verd. Schwefelsäure während der ersten Stromrichtung eingedrungen ist, so nimmt sicher in den einzelnen Längenabschnitten der Stromeintrittsstrecke des Prisma's der Gehalt an Schwefelsäure in der Richtung nach der Stromeintrittsfläche hin zu; aber die Schwefelsäure wird überall vornehmlich an der Wandung, an der festen Substanz angehäuft sein, und in dem Inhalte jeder Pore und Capillare wird der Gehalt an Schwefelsäure von der Wandung nach der Mitte hin abnehmen. Je länger die Stromrichtung angedauert hat, desto länger wird die schwefelsäurehaltige Stromeintrittsstrecke im

---

1) Pogg. Ann. Bd. 110. S. 60. 1860. — Bd. 113. S. 536. 1861.

2) Ann. d. Chim. et d. Phys. (4) T. 25. p. 480—7. 1872.

3) Duclaux, a. a. O. S. 482—3. — G. Quincke, Pogg. Ann. Bd. 107. S. 6.

Ganzen geworden sein und desto grösser der Schwefelsäure-Gehalt eines betrachteten Längenabschnittes derselben; aber weiter wird immer wesentlich mehr die Concentration der Säure an der Wandung gewachsen sein, als die Flüssigkeit inmitten der Poren und Capillaren an Schwefelsäure gewonnen haben wird. Innerhalb der verhältnissmässig kurzen Zeit von ca. 20 Minuten, während welcher wir in der Regel die erste Stromrichtung haben bestehen lassen, wird dabei, selbst dicht an der Stromeintrittsfläche des Prisma's, höchstens die anfangs unbewegliche Wasserschicht an der Wandung durch Schwefelsäure solcher Concentration ersetzt sein können, wie sie der Zuleitungsbausch enthält; und eine verdünntere Schwefelsäure wird in der Mitte der Poren und Capillaren sich befinden müssen. Nach der Umkehrung der Stromrichtung ist es dann aber gerade die letztere Flüssigkeit in der Mitte, welche zuerst ausgeführt wird, und die anfangs austretende Schwefelsäure muss daher von geringerer Concentration sein, als die während der ersten Stromrichtung eingetretene. Vollends würde der Unterschied beträchtlich sein müssen, wenn Hrn. Duclaux' Bestimmungen der Dicke, welche die unbewegliche Wandschicht in Glasröhren hat, auch für den gebrannten Thon annähernd gültig wären [1]); denn dann würde mit dem Ersatze des Wassers durch die Schwefelsäure auch die Dicke der unbeweglichen Wandschicht auf das Mehrfache gewachsen sein, und um so kleiner wäre der Durchmesser des mittleren Flüssigkeitsfadens, den der Strom zunächst in Bewegung setzt. Aber weiter muss der Schwefelsäure-Gehalt der austretenden Flüssigkeit zunehmen; denn die a tergo nachrückende verdünnte Flüssigkeit der mittleren Schichten muss, ehe sie an die ursprüngliche Stromeintrittsfläche gelangt, allen den Wandschichten von concentrirterer Schwefelsäure, an denen ihr Weg sie vorüberführt, Schwefelsäure entziehen. Haben auf diese Weise die Wandschichten wieder eine gewisse geringere Concentration erlangt, so hat, da die nachrückende Flüssigkeit, je später, desto verdünnter ist, die Zunahme des Schwefelsäure-

1) Duclaux, a. a. O. S. 474; 476.

Gehaltes der austretenden Flüssigkeit ein Ende, und dieser Gehalt muss in der Folge abnehmen.

So ist die anfangs räthselhafte Erscheinung durchaus der Erklärung zugänglich und, wie für das gewählte Beispiel, gerade so auch für die anderen Fälle, in welchen wir dieselbe beobachteten. Es ergiebt sich alsdann aus unseren Erfahrungen, dass der gebrannte Thon viel stärker Säuren und Salzlösungen anzieht, als dest. Wasser, viel stärker auch Schwefelsäure als Zinkvitriollösung, stärker Schwefelsäure als Kochsalzlösung, endlich etwas stärker Kochsalzlösung als Zinkvitriollösung. Dass hier überall die grössere Anziehung dem grösseren galvanischen Leitungsvermögen entspricht, kann rein ein Zufall sein, durch die Auswahl der Flüssigkeiten bedingt, wenngleich es Beachtung verdient, dass nach Hrn. Quincke's Versuch auch noch Wasser und Alkohol unserer Reihe sich anschliessen. Erst besondere Filtrationsversuche am gebrannten Thone werden hier den gewünschten Aufschluss geben. Aber so empfindlich auch gewiss deren Mangel im Augenblicke ist, so hat doch unsere Erklärung ohnedies einen sehr hohen Grad von Wahrscheinlichkeit für sich und um so mehr, als einerseits aus derselben mit Nothwendigkeit folgt, dass bei der umgekehrten Lage der Füssigkeiten, bei besserleitender Binnenflüssigkeit und schlechterleitender Aussenflüssigkeit, Nichts statthat, das unserer Erscheinung analog wäre — wie es sich in der Wirklichkeit gezeigt hat —, andererseits beim plastischen Thone auch noch die Abhängigkeit unserer Erscheinung von der Natur der porösen Substanz sich herausstellen wird.

Ja, auf derselben Grundlage eröffnet sich uns sogleich noch ein weiteres Verständniss. Wir haben oben, wenn Schwefelsäure in das mit Zinklösung getränkte Thonprisma eintrat, erkannt, dass die Reibung der Schwefelsäure deren Aspiration durch die Zinklösung und damit die Fortführung der gesammten Flüssigkeit im Thonprisma mit der Zeit immer mehr hemmte; aber nach der Umkehrung der Stromrichtung vermochten wir blos zu übersehen, dass, in Folge der Abnahme derselben Reibung mit der Verkürzung der schwefelsäurehaltigen Strecke, die Fortführung der Flüssigkeit beschleunigt wachsen

musste, ehe sie abnahm, während der Versuch ergeben hatte, dass die Geschwindigkeit der Fortführung sofort mit dem Umlegen der Wippe wesentlich vergrössert war und allmählich kleiner wurde. Dieselbe Schwierigkeit bestand dann auch bei den später behandelten Combinationen von Flüssigkeiten, bei welchen die gleichen Verhältnisse sich fanden; und diese Schwierigkeit lässt sich jetzt beseitigen. Wie Hr. Duclaux gefunden hat[1]), filtrirt Wasser rascher als sonst durch poröse Körper (gebrannten Thon oder Kohle), wenn diese vorher eine Salzlösung passirt hat, und die Filtrationsgeschwindigkeit des Wassers nimmt dabei mit der Zeit ab; die Schicht der Salzlösung an der Wandung der festen Substanz beschleunigt also den Durchgang des Wassers oder vermindert die Reibung, desto mehr, je concentrirter sie ist. Den umgekehrten Fall hat Hr. Duclaux nicht studirt, doch ist wohl anzunehmen, dass, wenn die Salzlösung filtrirt, nachdem Wasser durchgegangen, die Filtrationsgeschwindigkeit von vorne herein verkleinert ist und allmählich wächst, die Reibung anfangs vermehrt ist und allmählich kleiner wird. Besonders berechtigt ist die Annahme, wenn man, wie es Hr. G. Quincke[2]) und auch schon Hr. Duclaux[3]) thuen, die angeführte Duclaux'sche Erfahrung damit in Verbindung bringt, dass die Menge der durch den Thon filtrirten Flüssigkeit durch den Zusatz von Salz zum dest. Wasser zunimmt; denn der Salzgehalt der im Thone enthaltenen Flüssigkeit macht ja in dem einen Falle gerade die umgekehrten Veränderungen durch, wie in dem anderen Falle. Nun ist offenbar, wenn wir unser wasserhaltiges Thonprisma zwischen Kochsalzlösung als Beispiel nehmen, während der ersten Stromrichtung der Fall verwirklicht, dass Kochsalzlösung nach Wasser filtrirt, nach der Umkehrung der Stromrichtung aber der entgegengesetzte Fall, dass Wasser nach Kochsalzlösung filtrirt. Es wird also mit der Umkehrung der Stromrichtung die Reibung in der ursprünglichen Stromeintritts-

1) Ann. d. Chim. et d. Phys. (4) T. 25. pag. 473; 495—7.

2) Ann. d. Chim. et d. Phys. (4) T. 28. pag. 288. 1873. — Pogg. Ann. Bd. 110. S. 59—60. 1860.

3) A. a. O. S. 500.

strecke, auf die es bei unserer Betrachtung ankam, in Folge der plötzlichen Veränderung der Reibungsconstante wirklich sofort wesentlich verringert sein und dann mit der Zeit wachsen; und die Geschwindigkeit der Fortführung wird somit sogleich nach der Umkehrung wesentlich vergrössert sein und mit der Zeit kleiner werden. Allerdings nimmt nun noch mit der Verkürzung der kochsalzhaltigen ursprünglichen Stromeintrittsstrecke die Reibung in dieser Strecke nach der Umkehrung ab; aber diese Abnahme braucht gegen die Zunahme in Folge der Veränderung der Reibungsconstante gar nicht in Betracht zu kommen, so dass es nicht einmal nöthig ist, die Verhältnisse in der neuen Stromeintrittsstrecke weiter zu Hülfe zu nehmen. Was aber hier bei Wasser und Kochsalzlösung, alles das muss für die gleiche Erscheinung auch bei unseren anderen Combinationen Geltung haben; und es wäre somit weiter aus unseren Erfahrungen zu entnehmen, dass in Rücksicht auf die Filtration jede schlechterleitende und jede besserleitende unserer Flüssigkeiten in demselben Verhältnisse zu einander stehen, wie nach dem Duclaux'schen Versuche Wasser und Salzlösung.

Ich verkenne durchaus nicht den Widerstreit, in welchem die auf den letzten Seiten angestrebte Einsicht mit den Anschauungen steht, welche Hr. G. Quincke in Folge seiner Untersuchungen über die Fortführung materieller Theilchen durch strömende Elektricität gewonnen hat. Nach dem geehrten Forscher würden die Gesetze, nach denen das Strömen der Flüssigkeiten in Capillarröhren stattfindet, ganz andere sein, wie da, wo ein elektrischer Strom durch die Flüssigkeit geht; denn während im ersteren Falle die Geschwindigkeit der Flüssigkeitstheilchen in der Nähe der Röhrenwandung am kleinsten ist und nach der Röhrenaxe hin zunimmt, würde im letzteren Falle, weil die Elektricität die Flüssigkeitstheilchen an der Röhrenwandung fortführte, gerade diesen Theilchen die grösste Geschwindigkeit und den näher der Röhrenaxe gelegenen Flüssigkeitstheilchen eine geringere Geschwindigkeit zukommen[1]). Aber auf Grund dieser Anschauungen würden die

1) Pogg. Ann. Bd. 113. S. 583—9. 1861.

beiden Erscheinungen, um die es sich handelte, soweit ich es zu übersehen vermag, unerklärlich sein, während sie, wie ich gezeigt zu haben glaube, dem Verständnisse zugänglich sind, sobald die Gesetze des Strömens der Flüssigkeiten in Capillaren auch bei elektrischer Triebkraft ihre Gültigkeit behalten. Ich meine, dass erst weitere Untersuchungen für die eine oder die andere Möglichkeit die sichere Entscheidung bringen können; und gerade weil der Gegenstand ein so schwieriger ist, erschienen mir meine Wahrnehmungen so weit von Bedeutung, dass ich den möglichst kurzen letzten Excurs nicht scheuen durfte, von dem ich jetzt zur Fortsetzung unserer Untersuchung zurückkehre.

5. Schlechterleitende Binnenflüssigkeit und besserleitende Aussenflüssigkeit. Plastischer Thon.

Ist ein Cylinder von plastischem, mit dest. Wasser angeriebenem Thone zwischen Zinkvitriollösung durchströmt, so tritt bald nach dem Beginne der Durchströmung am Stromeintrittsende eine verfärbte (dunklere) Strecke auf und nimmt mit der Dauer der Durchströmung an Ausdehnung in der Richtung des Stromes zu. Wenn dieselbe, 3—5 Minuten nach der Schliessung des Kreises, ca. 1 Mm. lang geworden ist, fällt als ihre innere, der Cylindermitte zugewandte Begrenzung ein ganz schmaler Ring auf, der heller gefärbt ist als der Wasser-Thon. In den nächsten Minuten scheint sich der blasse Ring nicht anders zu verändern, als dass er mit der Verlängerung der dunklen Endstrecke, stets als deren innere Begrenzung, immer weiter nach der Mitte des Cylinders sich verschiebt. Dann aber, nachdem die dunkle Endstrecke ca. 2 Mm. lang geworden, sieht man deutlich, wie der blasse Ring, während seine Verschiebung in der Richtung des Stromes unausgesetzt fortschreitet, mit der Zeit breiter und heller wird; bis endlich, nach einer Durchströmung von 15—20 Minuten, am inneren Ende der dann 4—5 Mm. langen dunklen Endstrecke eine 1—2 Mm. lange sehr helle Strecke entstanden ist, welche fast die Farbe lufttrockenen Thones hat und einerseits von der dunklen Endstrecke scharf sich absetzt, andererseits in den

unveränderten Thon nach der Cylindermitte zu mehr allmählich übergeht. Zu der Zeit lässt sich der Cylinder an der hellen Strecke leicht brechen, und die Bruchflächen erscheinen in ganzer Ausdehnung wenig wasserhaltig und körnig. In der Regel ist eine geringe Abnahme des Durchmessers des Cylinders an der hellen Strecke bemerklich in der Art, dass nach dem äusseren Ende dieser Strecke hin der Versuchskörper von beiden Seiten her conisch sich verjüngt; nur manchmal habe ich mich von einer solchen Durchmesser-Abnahme nicht genügend überzeugen können. Immer aber verkürzt sich der Versuchskörper ganz unzweifelhaft, wenn auch nicht viel, während die helle Strecke sich verbreitert, und die Stromeintrittsfläche des Thoncylinders entfernt sich um $^1/_2$ Mm. und mehr vom Zuleitungsbausche. Die freie Flüssigkeit an diesem Bausche unterhält dabei noch ganz gut die Verbindung, und nur ein Mal, als ich über die Zahl von 20 Groves hinausgegangen war, ist es mir vorgekommen, dass unter starker Verkürzung des Versuchskörpers die Verbindung plötzlich unterbrochen wurde. Am Stromaustrittsende wird bald nach der Schliessung des Kreises die Oberfläche in 3—4 Mm. Länge feucht; und dabei bleibt es entweder während der Dauer der Stromrichtung, oder es schwillt dieselbe kurze Stromaustrittsstrecke mit der Zeit noch ein wenig so an, dass sie schwach conisch gestaltet wird, mit grösstem Durchmesser an der Stromaustrittsfläche.

Nach der Umkehrung der Stromrichtung kehrt der Versuchskörper sehr rasch zu seiner anfänglichen Länge zurück, und schon nach 1—2 Minuten liegt die ursprüngliche Stromeintrittsfläche wieder so gut, wie zu Anfang, dem Bausche an. Ebenso rasch erlangt die helle, trockenere Strecke der ursprünglichen Stromeintrittshälfte, indem sichtlich Flüssigkeit in der jetzigen Richtung des Stromes eindringt, die normale Farbe des Wasser-Thones wieder und beginnt danach anzuschwellen. Bauchig wölbt sich die Strecke mehr und mehr über den übrigen Thon hervor, bis hier der Cylinder schliesslich von einem ganz regelmässigen, dicken convexen ringförmigen Kragen oder Wulste umgeben erscheint, dessen grösster Durchmesser den Durchmesser des Cylinders um 4—5 Mm. übertreffen kann.

Häufig treten aber auch während des Anschwellens Risse oder Spalten im Thone ein, ein langer ringförmiger oder mehrere kürzere parallele, in welchen sich klare Flüssigkeit ansammelt; und in diesen Fällen bildet sich der Wulst weniger regelmässig aus, indem die Gegend der Risse in der Erhebung etwas zurückbleibt. Auch gewinnt die Anschwellung mit der Zeit an Ausdehnung in der Länge des Cylinders: die erste dunkle Endstrecke verkürzt sich nämlich während der zweiten Stromrichtung, und gerade um soviel, als diese sich verkürzt, verlängert sich der Wulst nach der ursprünglichen Stromeintrittsfläche zu. Dabei nimmt der Thon der Anschwellung eine immer weisslichere, milchigere Farbe an, so dass er schliesslich wie mit sehr vielem Wasser angeriebener, dünnflüssiger Thon aussieht; und in der That entspricht die Beschaffenheit des Thones durch die ganze Dicke der angeschwollenen Strecke seinem Aussehen, so dass der Thoncylinder, wenn man ihn zu der Zeit aus seiner Lage zwischen den Bäuschen zu entfernen sucht, an der angeschwollenen Strecke in zwei Stücke zerfällt. Am neuen Stromeintrittsende verschwindet unmittelbar nach dem Umlegen der Wippe die Feuchtigkeit der Oberfläche, und wo das Ende schwach conisch angeschwollen war, nimmt es jetzt sehr rasch wieder die cylindrische Form an. Dann wird hier das Auftreten und die Ausbildung einer neuen dunklen Endstrecke bemerklich, die etwas weniger dunkel ist, als die erste Endstrecke, und wenn diese um etwa ein Viertheil ihrer Länge sich verkürzt hat, deren grösste Länge bereits überschritten hat. Nach der Cylindermitte zu erscheint schliesslich auch die zweite Endstrecke von einem blassen Ringe trockeneren Thones begrenzt; aber dieser Ring ist in der Regel nur schmal, und wenn er auch bei sehr langer Dauer der zweiten Stromrichtung sich deutlich verbreitert, so wird er doch nie so gross und hell, wie der analoge Ring bei der ersten Stromrichtung.

Nach dem erneuten Umlegen der Wippe, nach der Rückkehr also zur ersten Stromrichtung, bildet sich der ringförmige Wulst der (ursprünglichen und jetzigen) Stromeintrittsstrecke sehr rasch zurück, so rasch, dass schon nach 2—3 Minuten

der normale Umfang und die normale Farbe wiederhergestellt sind. Waren Spalten in der Anschwellung vorhanden, so legen sich die Spaltflächen dabei so genau an einander, dass kaum noch eine Spur von der früheren Continuitätstrennung zu bemerken bleibt. Darauf beginnt die Strecke sogleich wieder zu erblassen, und in kürzerer Frist, als das erste Mal, nimmt sie ohngefähr die Farbe des lufttrockenen Thones an. Zugleich verschiebt sich aber auch die helle Strecke allmählich nach der Mitte des Thoncylinders zu, indem die erste dunkle Endstrecke, deren innere Begrenzung sie bildet, mit der Dauer dieser Stromrichtung wieder an Länge gewinnt. Haben die zweite und die dritte Stromrichtung, wie die erste, 15—20 Minuten angedauert, so ist die dunkle Endstrecke der Stromeintrittsseite 5—6 Mm. lang, und an sie schliesst sich die $1^1/_2$—3 Mm. lange sehr helle Strecke trockeneren Thones, die allmählich in den normalen Thon der Cylindermitte übergeht. Während derselben Zeit haben am anderen Ende des Thoncylinders in der Stromaustrittsstrecke ganz dieselben Vorgänge statt, wie bei der zweiten Stromrichtung in der damaligen Stromaustrittsstrecke: Anschwellung in 1—2 Mm. Länge, mit Rissen im Thone oder ohne solche, an der inneren Seite der dunkelen Endstrecke; Verkürzung dieser letzteren Strecke mit gleichzeitiger Verlängerung des Wulstes; endlich Weisslichwerden und Consistenz - Abnahme des Thones in der angeschwollenen Strecke. Auch bei dieser Durchströmung verkürzt sich der Versuchskörper und zwar ohngefähr ebenso, wie vorher bei derselben Stromrichtung.

Nach dem dritten Umlegen der Wippe ist Alles wie nach dem ersten, nach dem vierten Alles wie nach dem zweiten Umlegen, oder, was dasselbe sagen will, die Erscheinungen bleiben nunmehr bei derselben Stromrichtung immer dieselben. Es rücken aber dabei, wie es schon nach dem zweiten Umlegen sich herausstellte, sowohl die sich verlängernde dunkle Endstrecke wie die trockenere Strecke wie die angeschwollene Strecke jedes folgende Mal, wenn dieselbe Stromrichtung wiederkehrt, der Cylindermitte näher, als das vorhergehende Mal.

Im Wesentlichen dasselbe kommt auch bei unseren anderen Combinationen schlechterleitender Binnenflüssigkeit und besserleitender Aussenflüssigkeit am plastischen Thone zur Beobachtung. Nur sind die Erscheinungen der Schrumpfung und Anschwellung, entsprechend dem jedesmaligen Unterschiede des Leitungsvermögens der beiden Flüssigkeiten, noch etwas stärker, als ich es eben schilderte, ausgeprägt, wo Wasser zwischen Kochsalzlösung oder Schwefelsäure sich befindet, und schwächer ausgeprägt in den anderen Fällen. In diesen letzteren sieht man zugleich in der Grenzstrecke zwischen den beiden Flüssigkeiten bei der Verarmung schliesslich feine Krystalle anschiessen und nach der Umkehrung der Stromrichtung allmählich wieder schmelzen.

Wir finden demnach beim plastischen Thone, ohne dass wir die Widerstandsveränderungen zu Hülfe nehmen, die Vorgänge wieder, welche wir beim gebrannten Thone ermittelt haben, mit der Modification jedoch, dass die Veränderungen des Flüssigkeitsgehaltes, welche beim gebrannten Thone blos an der Oberfläche statthaben, beim plastischen Thone durch die ganze Dicke desselben sich erstrecken. Und diese Modification war vorherzusagen. Dem Bestreben des Stromes, die schlechterleitende Binnenflüssigkeit rascher fortzuführen als die besserleitende Aussenflüssigkeit h i n t e r ihr, kann beim gebrannten Thone mit dem starren Gerüste blos so weit Genüge geschehen, dass an der Grenze der beiden Flüssigkeiten in den oberflächlichsten Poren Luft an die Stelle der Flüssigkeit tritt; bei dem plastischen Thone mit dem weichen Gerüste hingegen können die veränderlichen Hohlräume unter Verlust des flüssigen Inhaltes collabiren; demgemäss sehen wir hier an der Grenze der beiden Flüssigkeiten den Thon in seiner ganzen Dicke seinen flüssigen Inhalt verlieren und an Länge wie an Querschnitt schrumpfen. Umgekehrt, wenn der Strom die schlechterleitende Binnenflüssigkeit rascher forttreibt als die früher eingedrungene besserleitende Aussenflüssigkeit v o r ihr, kann er beim gebrannten Thone nur die vorher lufthaltig gewordenen oberflächlichsten Poren wieder mit Flüssigkeit füllen; beim plastischen Thone hingegen vermag er an der Grenze

der beiden Flüssigkeiten die Poren des Thones durch die ganze Dicke desselben hindurch, unter Vermehrung des flüssigen Inhaltes, auch noch über ihre ursprüngliche Grösse hinaus auszudehnen: demzufolge sehen wir den plastischen Thon an jener Grenze in seiner ganzen Masse nicht nur seinen früheren Flüssigkeitsgehalt und seine frühere Ausdehnung wiedererlangen, sondern auch noch an flüssigem Inhalte gewinnen und anschwellen. Diese in der Natur der porösen Substanzen begründete Verschiedenheit haben wir also blos festzuhalten, um unsere oben erworbene Kenntniss der Vorgänge im gebrannten Thone sogleich auch auf den plastischen Thon übertragen zu können.

Im schönsten Einklange damit stehen die Widerstandsveränderungen des plastischen Thones. Sie sind aus den Figg. 14, 15 und 16 zu entnehmen, welche das Verhalten der Stromintensität in unserem Schliessungskreise darlegen, wenn dieser einen Cylinder plastischen Thones enthält: Fig. 14 bei Wasser als Binnenflüssigkeit und Zinkvitriollösung als Aussenflüssigkeit, Fig. 15 bei der gleichen Binnenflüssigkeit zwischen Kochsalzlösung oder Schwefelsäure, endlich Fig. 16 bei Zinkvitriollösung zwischen Schwefelsäure. Die Analyse ist aber mit voller Sicherheit nur zu unternehmen, wenn zuvor die Bedeutung der Verdunstung in's Reine gebracht ist.

Zwar für den mit Zinkvitriollösung oder Kochsalzlösung oder Schwefelsäure angeriebenen plastischen Thon kann es schon von früher her als ausgemacht gelten, dass die Verdunstung die Widerstandsveränderungen nicht beeinflusst; aber für den plastischen Wasser-Thon steht die Entscheidung noch aus, und gerade hier ist sie von Wichtigkeit, weil wir beim gebrannten Thone auch blos dann, wenn derselbe mit Wasser getränkt war, in dem Falle aber recht beträchtlich die Verdunstung haben einwirken sehen. Wir lassen deshalb gleiche Cylinder plastischen Thones, den einen frei an der Luft wie bisher, den anderen in seiner ganzen Länge in eine Glasröhre eingeschlossen, in gleicher Weise durchströmt sein. Es zeigt sich, dass, wenn die Binnenflüssigkeit Wasser ist, die Stromintensität während der ersten Stromrichtung bei dem einge-

schlossenen Thoncylinder im Ganzen weniger anwächst als bei dem freien Thoncylinder, und dass bei den Versuchen mit den anderen Binnenflüssigkeiten das Verhalten der Stromintensität die beiden Male gar nicht merklich verschieden ist. Den Grund dafür, dass der eingeschlossene Wasser-Thon sogar noch langsamer an Widerstand abnimmt als der freie Wasser-Thon, ergiebt sehr bald die Inspection des Thones in der Glasröhre, und wir werden ihn später kennen lernen. Für den Augenblick ist uns blos von Bedeutung, dass bei dem freien plastischen Wasser-Thone das sicher nicht statthat, was bei dem freien gebrannten Wasser-Thone so auffällig uns entgegengetreten ist, das geringere Anwachsen der Stromintensität. Daraus geht hervor, dass die Verdunstung beim plastischen Thone, selbst wenn er Wasser enthält, ohne wesentlichen Einfluss auf die Widerstandsveränderungen ist. Und es stimmt damit auch sehr gut überein, dass, wenn man die freien Thoncylinder bei der Durchströmung sorgsam beobachtet, nie anders als bei überaus langer Versuchsdauer ein Hellerwerden der Oberfläche als Anzeichen der Trockniss bemerklich wird.

Freilich hat der Unterschied, der sich hier zwischen dem gebrannten und dem plastischen Thone herausstellt, zunächst etwas Befremdendes. Denn wenn auch bei gleicher Länge und gleichem Querschnitte unser Prisma von gebranntem Thone eine grössere Oberfläche besitzt als unser Cylinder von plastischem Thone, so kommt doch, wie wir gesehen haben (s. o. S. 274 Anm.), im gebrannten Thone auf die Längeneinheit mehr feste Substanz, als im plastischen Thone, so dass der Flüssigkeit bei beiden Thonkörpern mindestens die gleiche Oberfläche zuzuschreiben ist. Nun kommt allerdings in Hinsicht auf den Widerstand noch hinzu, dass beim gebrannten Thonprisma der Gesammtgehalt des Querschnittes an Flüssigkeit von Anfang an wesentlich kleiner ist, als beim plastischen Thoncylinder, so dass schon die gleiche Verdunstung den Widerstand des ersteren viel stärker beeinflussen muss, als den des letzteren. Auch hätte ich anzuführen, dass wir es beim plastischen Thone in Wahrheit nicht mit reinem Wasser, sondern mit einer verdünnten Salzlösung als Tränkungsflüssigkeit

zu thun haben. Denn der specifische Widerstand des plastischen Wasser-Thones ergiebt sich im Mittel 8 mal kleiner, als der des gebrannten Wasser-Thones; und dieser Unterschied kann nach dem, was wir bei anderweitiger Tränkung der beiden Thone erfahren haben (s. o. S. 273), nur daher rühren, dass das destillirte Wasser vom plastischen Thone mehr auflöst als vom gebrannten Thone, wenn der letztere überhaupt vom Wasser angegriffen wird (s. o. S. 295). Aber trotzdem will es mir scheinen, dass noch andere Umstände wirksam sein müssen, um die Verdunstung beim plastischen Thone gegenüber dem gebrannten Thone so sehr herabzusetzen; und ich möchte glauben, dass die Natur der festen Substanz mit in's Spiel komme[1]), und dass hier in Anschlag zu bringen sei, dass der gebrannte Thon seltenere und grössere, der plastische Thon zahlreichere und kleinere Poren besitzt. Indess, wie dem auch sei, für unsere Zwecke genügt die Kenntniss allein der Thatsache, dass selbst bei dem plastischen Wasser-Thone die Fehlerquelle der Verdunstung ganz in Fortfall kommt.

Während der ersten Stromrichtung nimmt, gerade wie beim gebrannten Thone, so auch beim plastischen Thone die Stromintensität zu; aber diese Zunahme ist hier durch zweierlei ausgezeichnet. Erstens ist dieselbe im Ganzen jedesmal geringer, als beim gebrannten Thone: für alle Combinationen, deren Binnenflüssigkeit nicht Wasser ist, lehren es die Erfahrungen unmittelbar, und wo Wasser die Binnenflüssigkeit abgiebt, versteht es sich nunmehr von selbst, da, in Folge des Wegfallens der Verdunstung beim plastischen Thone, Fig. 14 natürlich nicht mit Fig. 11, sondern hinsichts der Grösse der Zunahme der Stromintensität mit Fig. 13 und hinsichts des Verlaufes der Zunahme mit Fig. 6 in Vergleich zu bringen ist. Zweitens ist die kleine Knickung der Curve der Stromintensität, welche wir beim gebrannten Thone gefunden haben, beim plastischen Thone beträchtlich vergrössert. Bei diesem ist es überall recht auffällig, wie das Wachsen der Stromintensität nach der Schliessung des Kreises rasch eine beträchtliche

1) Vgl. Marcet, Compt. rend. T. 36. p. 339—41. — Pogg. Ann. Ergänzungsband IV. S. 345—8.

Verzögerung erfährt und dann mit grosser Beschleunigung fortschreitet. Beim Wasser-Thone verändert sich sogar oft die Stromintensität zum Schlusse der anfänglichen Verzögerung während mehrerer Minuten gar nicht; ja, manchmal kommt es hier selbst vor, dass für wenige Minuten noch ein geringes Sinken der Stromintensität sich einstellt (wie es die punktirte Zeichnung der Fig. 14 darstellt), ehe die Stromintensität mit beschleunigter Geschwindigkeit zu wachsen fortfährt. Es ergeben sich also beim plastischen Thone dieselben Widerstandsveränderungen, wie beim gebrannten Thone, mit der Abweichung allein, dass die Widerstandszunahme, welche beim gebrannten Thone die kleine Knickung der Curve bedingte, beim plastischen Thone viel beträchtlicher ist. Und darin liesse sich, auch wenn wir die Inspection des Thoncylinders nicht vorweggenommen hätten, nichts Anderes erkennen als die Bestätigung des theoretischen Postulates, dass die Verarmung an Flüssigkeit beim gebrannten Thone nur die Oberfläche der Grenzstrecke, beim plastischen Thone hingegen diese Strecke in ihrer ganzen Dicke betrifft.

Fragt man, woher es kommt, dass, trotz der sichtlichen Zunahme der Verarmung, das Wachsen der Stromintensität doch blos die erste Zeit hindurch verzögert ist und nur hin und wieder ziemlich früh eine kurze Constanz oder ein geringes Sinken der Stromintensität sich einstellt, danach aber immer und ausnahmslos die Stromintensität wieder wächst, so ist Folgendes zu erwiedern. Die Ueberlegung ergiebt, dass von der Schliessung des Kreises an die Verarmung an Länge wie an Intensität immer mehr wachsen, dieses Wachsen aber ein verzögertes sein muss. Denn indem der Widerstand der verarmten Strecke immer mehr und auch immer rascher zunimmt, muss das Gefälle in der vor ihr gelegenen Strecke des Versuchskörpers, welche noch unverändert die schlechtleitende Binnenflüssigkeit enthält, immer mehr abnehmen (das gleichzeitige verhältnissmässig geringe Sinken des Gesammtwiderstandes des Körpers kann diese Abnahme nur etwas verzögern), und die Fortführung der schlechtleitenden Binnenflüssigkeit muss immer langsamer erfolgen. Wenn es diesem Ergebnisse der Ueberlegung nicht zu entsprechen scheint, dass wir bis

zum Schlusse der ersten Stromrichtung die Verarmung immer rasch fortschreiten sehen, so liegt nur eine Täuschung vor. Wir halten bei der Schätzung der Verarmung, anscheinend naturgemäss, in Gedanken als den Anfang der verarmten Strecke immer die Stelle nahe der Eintrittsfläche fest, an welcher wir die Verarmung zuerst bemerkten. Das ist aber nicht richtig. Denn da, während die Verarmung wächst, die besserleitende Aussenflüssigkeit in die äusserste Partie der verarmten Strecke eindringt, wird gleichzeitig der Widerstand der verarmten Strecke herabgesetzt, das Gefälle in der Strecke vor ihr erhöht und die Fortführung in dieser letzteren Strecke wieder vergrössert, so dass die Verarmung zunimmt; das Vordringen der Aussenflüssigkeit verkürzt also in Wahrheit gar nicht die verarmte Strecke, sondern verschiebt sie blos. Demgemäss ist die jedesmalige Grösse der Verarmung nicht zu bestimmen nach der Strecke, die sich überhaupt bis dahin verarmt gezeigt hat, sondern nur nach der Strecke, die zu der gegebenen Zeit gerade verarmt ist; und wenn man dies festhält, sieht man in der That, dass die Verarmung, wenn sie auch fortschreitet, doch mit der Dauer der Durchströmung immer langsamer fortschreitet. Woraus für die Widerstandszunahme in Folge der Verarmung folgt, dass sie von der Schliessung des Kreises an bis zu einer gewissen Grösse mit beschleunigter und danach mit abnehmender Geschwindigkeit wachsen muss. Auch noch auf einem anderen Wege kann man zu derselben Einsicht gelangen. Wenn innerhalb einer gewissen Zeit die verarmte Strecke wächst, so heisst das nichts Anderes, als dass innerhalb der Zeit auf der einen Seite mehr schlechterleitende Binnenflüssigkeit verloren geht, als auf der anderen Seite besserleitende Aussenflüssigkeit zum Ersatze eintritt. Nun muss innerhalb der Strecke, wo die Verarmung Platz gegriffen, dieselbe immer in dem Längenabschnitte, welcher der Stromeintrittsfläche zunächst sich befindet, am grössten sein und nach der Mitte des Versuchskörpers hin abnehmen; so dass es stets gerade der verarmteste Längenabschnitt ist, welchen die vorrückende Aussenflüssigkeit neu für sich in Beschlag nimmt. Man übersieht aber, dass, je geringer der Querschnitt der

Flüssigkeit in dem äussersten Abschnitte geworden ist, desto bedeutungsvoller für den Gesammtwiderstand es sein muss, dass in ihm die schlechterleitende Flüssigkeit durch die besserleitende ersetzt wird. Wenn also auch zuerst die Verarmung in ihrem Einflusse auf den Gesammtwiderstand rascher wächst, als der Flüssigkeitsersatz, so muss sich doch von einer gewissen Zeit an gerade in Folge des Fortschrittes, den bis dahin die Verarmung gemacht hat, das Verhältniss umkehren. Es kommt dafür als begünstigendes Moment auch noch hinzu, dass die verarmte Strecke, und natürlich am meisten die der Aussenflüssigkeit nächste Partie derselben, sich verkürzt; denn dadurch wird offenbar in dem Einflusse auf den Gesammtwiderstand die Verarmung noch besonders benachtheiligt gegenüber dem Ersatze.

Bei der zweiten Stromrichtung sehen wir, wenn Zinklösung die Binnenflüssigkeit und Schwefelsäure oder Kochsalzlösung die Aussenflüssigkeit ist, die Stromintensität entweder unmittelbar vom Umlegen der Wippe an oder auch, nachdem eine ganz kurze Constanz und Beschleunigung vorangegangen, mit verzögerter Geschwindigkeit bis zu einem Minimum sinken und darauf mit erst zunehmender und dann abnehmender Geschwindigkeit wachsen. Wir haben hier also gerade das vor uns, was wir oben beim gebrannten Thone ursprünglich zu finden erwarteten, das Umgekehrte nämlich von dem, was bei besserleitender Binnenflüssigkeit und schlechterleitender Aussenflüssigkeit sich ergeben hat; und wenn die Abweichung, die sich beim gebrannten Thone darbot, jetzt beim plastischen Thone gar nicht oder nur in schwacher Andeutung bemerklich wird, so ist daraus natürlich nur zu entnehmen, dass der plastische Thon die Schwefelsäure resp. die Kochsalzlösung viel weniger in der Anziehung gegenüber der Zinklösung bevorzugt, als der gebrannte Thon. Hier liegt die Sache ganz einfach so, dass nach der Umkehrung der Stromrichtung zunächst ein Gemisch der Binnen- und der Aussenflüssigkeit, das wenig Zinklösung enthält, austritt und ein Gemisch derselben Flüssigkeiten, das viel Zinklösung enthält, eintritt: daher sinkt die Stromintensität. Mit der Zeit wird der Gehalt an Zinklösung in der aus-

tretenden Flüssigkeit immer grösser, in der eintretenden immer kleiner: das Sinken der Stromintensität muss demgemäss verzögert werden und endlich in das Wachsen übergehen. Allerdings wird von der Umkehrung an die Grenzstrecke, welche während der ersten Stromrichtung verarmt ist, wieder an Flüssigkeit reicher, und dadurch muss die Stromintensität zunehmen. Aber diese Zunahme ist, da der Gewinn der Grenzstrecke an Flüssigkeit, entsprechend dem vorangegangenen Verluste, nur ein mässiger ist, nicht beträchtlich genug, um die Abnahme, welche die Stromintensität in Folge des Wechsels der Flüssigkeiten im Thoncylinder erfährt, zu unterdrücken; blos in Dauer und Grösse zu verringern vermag sie die letztere, welche deshalb kleiner und kürzer sich darstellt, als die entsprechende Zunahme der Stromintensität, welche bei besserleitender Binnenflüssigkeit und schlechterleitender Aussenflüssigkeit auftrat.

Wo Wasser die Binnenflüssigkeit und Schwefelsäure oder Kochsalzlösung die Aussenflüssigkeit abgiebt, ist dann Alles ebenso, ausser dass der Flüssigkeitszuwachs in der Grenzstrecke, die während der ersten Stromrichtung intensiver verarmt ist, die Stromintensität in der ersten Zeit stärker beeinflusst und deshalb nur eine noch kleinere und kürzere Abnahme der Stromintensität nach dem Umlegen der Wippe zur Beobachtung kommen lässt. Manchmal zeigt sich hier auch nur ein Kampf zwischen Ab- und Zunahme der Stromintensität, wie ihn Fig. 15 nach der zweiten Umkehrung darstellt. Ja, hin und wieder ist sogar von solchem Kampfe Nichts zu sehen, und die Stromintensität wächst von vorne herein beschleunigt an. Wo derart die Stromintensität sich verhält, muss offenbar der Einfluss der Veränderung der Grenzstrecke in der ersten Zeit überwiegen. Und dies muss regelmässig der Fall sein beim Wasser-Thone zwischen Zinkvitriollösung, da ich hier stets nach dem ersten Umlegen der Wippe die Stromintensität sogleich beschleunigt wachsen sah.

Um zu erklären, dass gerade beim Wasser-Thone zwischen Zinkvitriollösung der Grenzfall so regelmässig zur Erscheinung kommt, liesse sich daran denken, dass bei dieser Combination

die Flüssigkeiten, welche nach der Umkehrung der Stromrichtung gleichzeitig ein- und austreten, weniger in ihrer Leitungsfähigkeit differiren, als bei Wasser zwischen Kochsalzlösung oder Schwefelsäure, während die Veränderung der Grenzstrecke dort ohngefähr dieselbe ist wie hier. Vielleicht wäre heranzuziehen das Minimum des Widerstandes, welches bei der Verdünnung der Zinkvitriollösung auftritt, und von welchem soweit nicht hat die Rede zu sein brauchen, weil es innerhalb der Genauigkeitsgrenzen unserer Untersuchung keine Rolle spielt. Es lohnt jedoch nicht der Mühe, der Sache weiter nachzugehen. Denn dass auch beim Wasser-Thone zwischen Zinkvitriollösung der Einfluss des Flüssigkeitswechsels nach der ersten Umkehrung der Stromrichtung nur durch den Einfluss des Flüssigkeitszuwachses in der Grenzstrecke anfangs unterdrückt ist, wird einfach dadurch bewiesen, dass hier nach der zweiten Umkehrung, nachdem eine ganz kurze Zunahme der Stromintensität voraufgegangen, gleichfalls die zeitweilige Abnahme der Stromintensität sich einstellt (s. Fig. 14). Während der zweiten Stromrichtung ist eine viel geringere Verarmung in der ursprünglichen Stromaustrittsstrecke erfolgt, als während der ersten Stromrichtung in der ursprünglichen Stromeintrittsstrecke; die Stromintensität nimmt daher nach der zweiten Umkehrung viel weniger in Folge der Rückbildung der Verarmung zu, als nach der ersten Umkehrung, und der Wechsel der Flüssigkeiten kann sich deshalb nach der zweiten Umkehrung eher zur Geltung bringen. Dass aber die Verarmung, welche der Strom in seiner zweiten Richtung herbeiführt, schwächer ist als die erste Verarmung, ist nicht blos ein allgemeines Ergebniss der Inspection der Thoncylinder, sondern lässt sich auch einfach aus der Ueberlegung ableiten, dass bei den weichen porösen Körpern im Allgemeinen der Verlust des flüssigen Inhaltes an der Grenze zweier Flüssigkeiten unter sonst gleichen Umständen desto grösser sein muss, je mehr die zusammentreffenden Flüssigkeiten in ihrer Leitungsfähigkeit differiren; denn bei der ersten Stromrichtung ist es die reine Aussenflüssigkeit, bei der zweiten bereits ein

Gemisch der Binnen- und der Aussenflüssigkeit, das in den Thoncylinder eindringt.

Die Veränderungen, welche die Stromintensität beim plastischen Thone nach der Umkehrung der Stromrichtung erfährt, lehren uns also, dass der plastische Thon in der Anziehung der Flüssigkeiten die besserleitenden Substanzen viel weniger vor den schlechterleitenden bevorzugt, als der gebrannte Thon. Davon abgesehen, bieten sie blos die Abweichung von den entsprechenden Veränderungen beim gebrannten Thone dar, dass der Einfluss des Wechsels der Flüssigkeiten in der ersten Zeit etwas mehr hervortritt, wenn Wasser die Binnenflüssigkeit ist, und etwas mehr zurücktritt bei den anderen Binnenflüssigkeiten. Und diese Abweichung ist wiederum nur die nothwendige Folge der Weichheit, welche den plastischen Thon gegenüber dem gebrannten Thone auszeichnet. Weil die Verarmung beim plastischen Thone die ganze Dicke des Körpers umfasst, muss ihre Rückbildung in der neuen Stromaustrittsstrecke den Widerstand des Körpers wesentlich mehr beeinflussen, als die Rückbildung der auf die Oberfläche beschränkten Verarmung beim gebrannten Thone. Andererseits muss der Flüssigkeitswechsel in der neuen Stromeintrittsstrecke beim plastischen Thone sich langsamer vollziehen, als beim gebrannten Thone, weil eine grössere Verarmung in der Grenzstrecke möglich ist. Der letztere Umstand muss aber besonders da von Bedeutung sein, wo die Fortführung der Binnenflüssigkeit ausnehmend rasch erfolgt, beim Wasser-Thone.

Ist der plastische Thoncylinder in eine Glasröhre eingeschlossen, so sind die Veränderungen der Stromintensität nach der Umkehrung der Stromrichtung dieselben wie bei dem freien Thoncylinder; nur ist in dem Falle, dass Wasser die Binnenflüssigkeit abgiebt, die Gesammtzunahme der Stromintensität bei jenem etwas grösser, als bei diesem. Es muss dies offenbar damit zusammenhängen, dass, wie sich früher ergab, während der ersten Stromrichtung die Stromintensität bei dem plastischen Wasser-Thoncylinder, wenn er eingeschlossen ist, im Ganzen weniger wächst, als wenn er frei ist;

und in der That wird Beides zugleich verständlich, sobald wir den Wasser-Thon in der Glasröhre beobachten.

Auch hier tritt bald nach der Schliessung des Kreises am Stromeintrittsende eine verfärbte Strecke auf und verlängert sich. Aber wenn dieselbe nach einigen Minuten 1—1 $^1/_2$ Mm. lang geworden, zieht sich an ihrer inneren Grenze der Thon überall von der Glaswand, an welcher nur kleine Partikel haften bleiben, nach der Axe hin zurück, und dieses Zurückziehen dehnt sich mit der Fortdauer der Durchströmung über eine immer längere Strecke der Glasröhre in der Richtung nach der Cylindermitte hin aus. So dass nach einer Durchströmung von 20 Min. der Thon im Abstande von 1 $^1/_2$—6 Mm. vom Eintrittsende einen freien Strang im Inneren der Glasröhre bildet und in weiteren 3 Mm. Länge sich allmählich der Glaswand nähert, um von da an unverändert ihr anzuliegen. Ob die Verfärbung der Endstrecke mit der Zeit auch auf den Axenstrang übergreift und der Axenstrang eine hellere Farbe annimmt, hat sich durch die Glaswand hindurch nicht genügend genau erkennen lassen. Sicher aber hat eine Verkürzung des Cylinders am Eintrittsende nicht statt, und die Verbindung der Eintrittsfläche mit dem Zuleitungsbausche bleibt ganz unverändert. Am Austrittsende verlängert sich der Thoncylinder ein wenig und tritt um $^1/_2$ Mm. und mehr aus der Glasröhre hervor; in 1—2 Mm. Abstand von der Austrittsfläche zeigen sich dabei einige kleine parallele Querspalten im Thone.

Nach der Umkehrung der Stromrichtung legt sich der Axenstrang bald wieder der Glaswand an; und zwar beginnt dieses Anlegen nahe der ursprünglichen Eintrittsfläche in ca. 1 Mm. Abstand von der Grenzstelle, wo der Thon an der Wand unverändert liegen blieb, und schreitet in der Richtung nach dem ursprünglichen Austrittsende hin vor. Schon nach 3—4 Min. sieht dann die Glasröhre wie zu Anfang aus, mit Ausnahme der kurzen Strecke der ursprünglichen Eintrittsgegend, die bisher sich nicht veränderte. Diese Strecke legt sich erst jetzt der Glaswand an und zwar allmählich immer weiter in der Richtung nach dem ursprünglichen Eintrittsende hin. Es blättert dabei diese Strecke und ihre Nachbarschaft

gewissermassen auf, indem zahlreiche feine parallele Querspalten sich zeigen. Hand in Hand mit diesen Veränderungen geht eine Verlängerung der ursprünglichen Eintrittshälfte, in Folge deren der Thoncylinder am ursprünglichen Eintrittsende in vollem Durchmesser um 1—2 Mm. aus der Glasröhre hervordringt. Am ursprünglichen Austrittsende sind inzwischen dieselben Veränderungen, wie bei der vorigen Stromrichtung am damaligen Eintrittsende, vor sich gegangen, nur wesentlich unbeträchtlicher: auf die weniger verfärbte Endstrecke von 1 Mm. Länge folgt ein Axenstrang, der nur ca. 3 Mm. lang ist und einen grösseren Durchmesser besitzt, als der erste Axenstrang schliesslich gehabt hatte.

Nach der Rückkehr zur ersten Stromrichtung zieht sich, unter Verkürzung des herausgetretenen Eintrittsendes bis auf ca. 1 Mm. Länge, der Thon in der Eintrittsstrecke bald wieder von der Glaswand zurück; in der Austrittsstrecke legt, unter Hervortreten des Austrittsendes aus der Glasröhre in ca. 1 Mm. Länge, der Thon der Glaswand sich wieder an; und so wiederholen sich im Grossen und Ganzen die beschriebenen Erscheinungen. Der Verlängerung und Verkürzung der Thonenden folgen in der Regel willig die Bäusche, so dass die Verbindung immer gut erhalten bleibt; es empfiehlt sich aber hier besonders, mit den Gefässbäuschen allein zu arbeiten.

Also auch am Thone in der Glasröhre verarmt die Grenzstrecke während der ersten Stromrichtung und wird nach der Umkehrung der Stromrichtung wieder reicher an Flüssigkeit. Aber während am freien Thone dadurch die Grenzstrecke neben unbedeutender Abnahme des Querschnittes sich wesentlich verkürzt und wieder verlängert, nimmt dieselbe am eingeschlossenen Thone, bei welchem die Adhäsion des Eintrittsendes an der Glaswand die Verkürzung verhindert, an Durchmesser beträchtlich ab und wieder zu. Es fällt daher beim eingeschlossenen Thone während der ersten Stromrichtung mit der Verkürzung das Moment fort, welches, wie wir oben sahen, hinsichts des Einflusses auf den Widerstand die Verarmung benachtheiligen muss gegenüber dem Flüssigkeitsersatze, und die Strom-

intensität muss deshalb im Ganzen weniger wachsen, als beim freien Thone. Restituirte sich dann Alles nach der Umkehrung der Stromrichtung, so müsste im Wachsen der Stromintensität natürlich nunmehr gerade derselbe Unterschied zu Gunsten des eingeschlossenen Thones sich herausstellen, wie während der ersten Stromrichtung zu Gunsten des freien Thones. Indem jedoch die Grenzstrecke am freien Thone anschwillt, während sie am Thone in der Glasröhre sich verlängert, wird der Unterschied zu Gunsten des eingeschlossenen Thones verringert.

Am eingeschlossenen plastischen Thone ist es auch gar nicht zu übersehen, dass das Wachsen der Verarmung eine Verzögerung erfährt, da das Zurückziehen des Thones von der Glaswand zuerst rasch und dann immer langsamer fortschreitet. Die Ursache haben wir bereits, als sich das Gleiche beim freien plastischen Thone ergab, in der Abnahme kennen gelernt, welche durch das Wachsen des Widerstandes der Grenzstrecke das Gefälle in derjenigen Strecke des Thoncylinders erfährt, in welcher sich noch die schlechtleitende Binnenflüssigkeit befindet. Es versteht sich, dass gleichmässig auch das Gefälle abnehmen muss in der anderen Strecke, in welche die Aussenflüssigkeit eingedrungen ist; und daher kommt es, dass beim freien sowohl als beim eingeschlossenen plastischen Thone die Stromintensität schliesslich mit verzögerter Geschwindigkeit wächst. Also auch beim plastischen Thone nähert sich der ganze Fortführungsvorgang allmählich seinem Ende, wie bei dem gebrannten Thone, nur aus einem anderen Grunde.

Käme es darauf an, das Ende des Fortführungsvorganges theoretisch genauer zu fixiren, so bliebe für alle Fälle mit Ausnahme des überzogenen gebrannten Thones noch in Betracht zu ziehen, dass die durch den Strom an Flüssigkeit verarmte Strecke auch Flüssigkeit aus der Nachbarschaft aufsaugen muss. Dadurch ist im Allgemeinen für das Vorrücken der schlechtleitenden Binnenflüssigkeit ein verzögerndes und für das Nachdringen der besserleitenden Aussenflüssigkeit ein beschleunigendes Moment gegeben. Aber die Imbibitionserscheinungen poröser Substanzen sind bisher zu wenig aufgehellt, als dass

eine tiefere Einsicht in der Richtung sich gewinnen liesse. Wir müssen uns hier damit zufrieden geben, dass wir übersehen, wie die Aufsaugung neben der Fortführung durch den Strom nur eine untergeordnete Bedeutung haben kann, und wie sie, was das Ende des Fortführungsvorganges betrifft, dasselbe blos zu verspäten vermag, da sie nach Hrn. Cantoni's[1]) und Hrn. Magrini's[2]) Untersuchungen gleichfalls mit abnehmender Geschwindigkeit vor sich geht.

Man beobachtet die Aufsaugung am freien plastischen Thone sehr schön, wenn man, 10—15 Min. nach der Schliessung des Kreises, die Durchströmung für 5—10 Min. unterbricht: in die helle, trockenere Strecke der Stromeintrittshälfte dringt alsdann sichtlich von beiden Seiten her Flüssigkeit immer tiefer ein, und die Farbe der Strecke wird etwas dunkler. Aber noch ausgedehnter lässt sich die Aufsaugung constatiren mit Hülfe der Veränderungen, welche der Widerstand des durchströmten Versuchskörpers während des Offenstehens des Kreises erfährt. Ueberall wo die Binnenflüssigkeit schlechter leitet als die Aussenflüssigkeit, zeigt sich unmittelbar nach der Wiederschliessung die Stromintensität gewachsen und zwar desto mehr, je länger die Durchströmung unterbrochen war. Alsdann setzt die Stromintensität die Bewegung, in welcher sie durch die Unterbrechung gestört wurde, regelmässig fort, nur dass in den ersten 2—3 Min. das Wachsen etwas langsamer erfolgt und beim überzogenen gebrannten Thone, aus einem uns schon bekannten Grunde (s. o. S. 294), ein ganz kurzes Sinken dem Wachsen der Stromintensität voraufgeht. Von den ersten Minuten abgesehen, bildet also die Curve der Stromintensität nach der Wiederschliessung überall die parallel der Abscissenaxe verschobene Fortsetzung der vor der Unterbrechung gewonnenen Curve, mit der Massgabe jedoch, dass sie zugleich von der Abscissenaxe etwas weiter entfernt ist. Diese Entfernung ist unter sonst gleichen Bedingungen am kleinsten beim überzogenen gebrann-

[1]) Rendiconti del R. Instit. Lombard. Classe di sc. matem. Vol. I. 1864. p. 296–300.

[2]) Ebenda, p. 221—9.

ten Thone, grösser beim freien gebrannten Thone und beim eingeschlossenen plastischen Thone, endlich am grössten beim freien plastischen Thone. Beim überzogenen gebrannten Thone erklärt sie sich einfach daraus und ist nur so zu erklären, dass die Diffusion zwischen der Aussen- und der Binnenflüssigkeit im Versuchskörper auch während der Unterbrechung fortschreitet. Die grössere Entfernung in den anderen Fällen kann dann aber nur dadurch bedingt sein, dass hier, wo durch den Strom eine locale Verarmung herbeigeführt ist, diese während der Unterbrechung zum Theil wieder beseitigt wird; und dazu passt es sehr gut, dass beim freien plastischen Thone, bei welchem der Verarmung des einzelnen Längenabschnittes eine viel grössere Bedeutung für den Widerstand zukommt als in den anderen Fällen, auch die Entfernung der Curve nach der Wiederschliessung am beträchtlichsten ist.

Ich brauche schliesslich wohl kaum darauf aufmerksam zu machen, dass, wie die Erscheinungen, welche nach der Umkehrung der Stromrichtung im Falle schlechterleitender Binnenflüssigkeit und besserleitender Aussenflüssigkeit auftreten, denen analog sind, welche sich während der ersten Stromrichtung im Falle besserleitender Binnenflüssigkeit und schlechterleitender Aussenflüssigkeit darbieten, so auch naturgemäss die Erscheinungen nach der Umkehrung der Stromrichtung im letzteren Falle Analogien bieten mit den Erscheinungen während der ersten Stromrichtung im ersteren Falle. In der Richtung habe ich aber noch nachzutragen, dass am plastischen Thoncylinder mit besserleitender Binnenflüssigkeit zwischen schlechterleitender Aussenflüssigkeit nach der Umkehrung der Stromrichtung das angeschwollene ursprüngliche Eintrittsende nicht blos zu seinem anfänglichen Durchmesser zurückkehrt, sondern sogar noch weiter schrumpft, und dass dort am inneren Ende der verfärbten Endstrecke gleichfalls eine hellere, trockenere Grenzstrecke in geringer Grösse sich ausbildet. Am Prisma von gebranntem Thone muss entsprechend nach der Umkehrung der Stromrichtung eine oberflächliche Verarmung eintreten an der Grenze der besserleitenden Binnenflüssigkeit und der vorher eingedrungenen schlechterleitenden Aussenflüssigkeit. Es

hätte das Verständniss der Dinge nur unnütz erschwert, wenn ich schon in den §§. 2 und 3 diese Erscheinungen erwähnt hätte, während sie jetzt ohne alle Umstände dem gewonnenen Gesammtbilde sich einfügen. Und für die dortige Analyse der Widerstandsveränderungen bedingen sie blos die Modification, dass das Sinken der Stromintensität nach der Umkehrung der Stromrichtung nicht mehr ausschliesslich dem Eindringen der Aussenflüssigkeit in die neue Stromeintrittsstrecke zuzuschreiben, sondern auch mit auf Rechnung der Verarmung der neuen Stromaustrittsstrecke zu setzen ist.

6. Die homogenen feuchten porösen Körper im Allgemeinen.

Die Erscheinungen und Vorgänge, welche wir soweit am gebrannten und am plastischen Thone mit gewissen Binnen- und Aussenflüssigkeiten kennen gelernt haben, erweisen sich nun weiter als ganz allgemein gültig für alle homogenen feuchten porösen Körper mit beliebigen Binnenflüssigkeiten zwischen beliebigen Aussenflüssigkeiten, wenn nur die Bedingung erfüllt ist, dass nicht wesentliche chemische Veränderungen, sei es des porösen Gerüstes, sei es der Binnenflüssigkeit, durch die Aussenflüssigkeit eintreten.

Ich habe von harten homogenen feuchten porösen Körpern ferner noch untersucht:

Gebrannten Thon — getränkt mit conc. Glaubersalzlösung, conc. Salmiaklösung, conc. salpetersaurer Ammoniaklösung, conc. Zinkvitriollösung verdünnt mit dem gleichen Volumen Wasser, conc. Kochsalzlösung verdünnt mit dem doppelten Volumen Wasser, Schwefelsäure verdünnt mit dem 40fachen Volumen Wasser — zwischen conc. Zinkvitriollösung und dest. Wasser;

Denselben, getränkt mit chromsaurer Kalilösung, zwischen conc. Kochsalzlösung und dest. Wasser;

Denselben, getränkt mit dichromsaurer Kalilösung, zwischen verd. Schwefelsäure (hier wie in der Folge immer 1 : 19 Vol.), conc. Kochsalzlösung, conc. Zinkvitriollösung und dest. Wasser;

Kreide, getränkt mit dest. Wasser oder conc. Kochsalzlösung, zwischen dest. Wasser, conc. Zinkvitriollösung, conc. Kochsalzlösung;

Erhärteten Gyps, mit dest. Wasser, conc. Zinkvitriollösung, conc. Kochsalzlösung, verd. Schwefelsäure alsi Binnenflüssigkeiten, zwischen allen den eben genannten Flüssigkeiten als Aussenflüssigkeiten;

und von weichen homogenen feuchten porösen Körpern habe ich ferner noch studirt:

Plastischen Thon — angerieben mit conc. Glaubersalzlösung, conc. Salmiaklösung, conc. salpetersaurer Ammoniaklösung, conc. Zinkvitriollösung verdünnt mit dem gleichen Volumen Wasser, conc. Kochsalzlösung verd. mit dem doppelten Volumen Wasser, Schwefelsäure verd. mit dem 40fachen Volumen Wasser — zwischen conc. Zinkvitriollösung und dest. Wasser, frei und in Glasröhren;

Denselben, angerieben mit chromsaurer Kalilösung, zwischen conc. Kochsalzlösung und dest. Wasser, frei;

Denselben, angerieben mit dichromsaurer Kalilösung, zwischen verd. Schwefelsäure, conc. Kochsalzlösung, conc. Zinkvitriollösung und dest. Wasser, frei;

Geschlemmte Porzellanerde[1]), mit dest. Wasser, conc. Zinkvitriollösung, conc. Kochsalzlösung und verd. Schwefelsäure als Aussen- und als Binnenflüssigkeiten, frei und in Glasröhren;

Geschlemmte Kieselerde[1]), mit dest. Wasser und verd.

1) Die geschlemmte Porzellanerde und die geschlemmte Kieselerde stammten beide aus der jetzt eingegangenen Königl. Gesundheitsgeschirr-Fabrik bei Charlottenburg und waren von Hrn. G. Quincke mir freundlichst überlassen. Die geschlemmte Kieselerde, die wohl identisch ist mit dem von Hrn. du Bois-Reymond benutzten „geschlemmten Sande der hiesigen Königl. Porzellan-Manufactur“, wurde zähflüssig in die Glasröhre gebracht, und es kam immer erst längere Zeit nach der Beendigung des Versuches zum Gelatiniren (vgl. Graham, Proceed. of the R. Soc XIII. 1864. p. 335—7).

Schwefelsäure als Binnenflüssigkeiten, zwischen dest. Wasser, conc. Zinkvitriollösung und verd. Schwefelsäure, in Glasröhren;

Quarzsand, mit dest. Wasser, conc. Zinkvitriollösung, conc. Kochsalzlösung, verd. Schwefelsäure als Binnen- und als Aussenflüssigkeiten, in Glasröhren; endlich

Schwefelblumen, mit dest. Wasser und verd. Schwefelsäure als Binnenflüssigkeiten, zwischen verd. Schwefelsäure, conc. Zinkvitriollösung und dest. Wasser, in Glasröhren.

In allen diesen Fällen boten sich im Wesentlichen dieselben Erfahrungen dar, welche wir in den §§. 2—5 gewonnen haben: wo die Aussenflüssigkeit bekanntermaassen schlechter leitete als die Binnenflüssigkeit, war Alles wie bei den Versuchen der §§. 2 und 3; wo die Aussenflüssigkeit besser leitete als die Binnenflüssigkeit, schlossen sich die Ergebnisse denen der §§. 4 und 5 an. Nur wurden die chromsauren Kalilösungen, die neutrale wie die saure, in der Richtung des negativen Stromes fortgeführt, worüber ich noch an anderer Stelle ausführlicher berichten werde. Nur fielen ferner bei der zähflüssigen Kieselerde natürlich die Formveränderungen fort, und auch bei dem Quarzsande und den Schwefelblumen wurden derartige Veränderungen nicht bemerklich. Zugleich waren, mit einer einzelnen Ausnahme (bei der salpetersauren Ammoniaklösung, s. u.), alle Veränderungen, wie in den §§. 2—5, desto ausgesprochener, je mehr die Aussen- und die Binnenflüssigkeit in ihrer Leitungsfähigkeit differirten. Wir sehen also bestätigt, was nach der voraufgegangenen Untersuchung zu erwarten stand, dass für die kataphorischen Wirkungen des Stromes in den homogenen feuchten porösen Körpern bei der Zu- und Ableitung durch ungleichartige Flüssigkeiten überall eine wesentliche Bedeutung nur zukommt einerseits der Härte resp. Weichheit des Gerüstes, andererseits dem relativen Leitungsvermögen der Binnen- und der Aussenflüssigkeit. Die sonstige Beschaffenheit des Gerüstes, die Mischbarkeit der beiden Flüssigkeiten und die ungleiche Anziehung der-

selben durch die Substanz des Gerüstes kommen daneben nur unwesentlich in Betracht.

Ja, selbst gewisse chemische Veränderungen des Gerüstes oder der Flüssigkeiten spielen keine bedeutsame Rolle. Bei der Auswahl der Flüssigkeiten zu unseren Versuchen ist nicht blos die verschiedene Leitungsfähigkeit derselben maassgebend gewesen, sondern auch der Umstand, dass wesentliche chemische Veränderungen nicht zu befürchten sein sollten Doch können, wo bei den Versuchen Zinkvitriollösung und Kochsalzlösung oder andere Salzlösungen[1]) oder eine Salzlösung und Schwefelsäure zusammentrafen, in der Grenzstrecke wohl Veränderungen stattgefunden haben, in Folge deren unsere Auffassung des Ueberganges von der reinen Binnenflüssigkeit zur reinen Aussenflüssigkeit nicht ganz zutreffend sein würde. Wenn dann die Ungenauigkeit gar keine Misslichkeiten weiter bot, so erklärt sich dies zur Genüge daraus, dass es sich für uns nur um das Leitungsvermögen handelte, und dass, gleichviel was sonst mit den Flüssigkeiten vor sich ging, sicher ein allmählicher Uebergang von dem einen zum anderen Leitungsvermögen sich herstellen musste. In einzelnen Fällen haben sich auch die chemischen Vorgänge wohl bemerklich gemacht. So ging, wenn mit conc. Kochsalzlösung angeriebener plastischer Thon zwischen Schwefelsäure durchströmt war, nach der Umkehrung der Stromrichtung — besonders bei stärkeren Strömen — eine längere Zunahme der Abnahme der Stromintensität vorauf; und wo salpetersaure Ammoniaklösung die Binnenflüssigkeit und Zinkvitriollösung die Aussenflüssigkeit war, stellten sich die Veränderungen der Stromintensität nur etwa ebenso gross heraus, wie wenn conc. Kochsalzlösung die Binnenflüssigkeit abgab, obwohl doch die salpetersaure Ammoniaklösung noch ansehnlich besser leitet als die verdünnte Schwefelsäure. Für diese Fälle sind gute Gründe vorhanden anzunehmen, dass nicht ganz unwesentliche chemische Veränderungen der Flüssigkeiten und im ersteren Falle auch des Gerüstes

1) Vgl. Rüdorff, Ueber die Löslichkeit von Salzgemischen. Pogg. Ann. Bd. 148. S. 456—75; 555—79.

statthatten: und doch betrafen die Abweichungen vom normalen Verhalten nur die Grösse, nicht die Qualität der kataphorischen Veränderungen.

Aber freilich, wenn die chemischen Veränderungen beträchtlicher sind, liegen die Dinge anders. Lässt man z. B. ein Prisma von gebranntem Thone, das mit chromsaurer Kalilösung getränkt ist, zwischen verd. Schwefelsäure durchströmt sein, so wächst die Stromintensität bei der ersten Stromrichtung regelmässig mit abnehmender Geschwindigkeit an und nimmt nach der Umkehrung der Stromrichtung zuerst sehr lange und auffallend viel ab, ehe sie von Neuem zunimmt; bei der Abnahme sinkt die Stromintensität ansehnlich unter die Grösse, die sie beim Beginne des Versuches besass. Hier geht mit dem Eindringen der Schwefelsäure, wie die fortschreitende Veränderung der gelben in die orangerothe Farbe erweist, die chromsaure Kalilösung im Thonprisma immer mehr in die dichromsaure Lösung über, und daher rührt dann das abweichende Verhalten der Stromintensität. Noch eclatanter tritt die Bedeutung der chemischen Veränderung hervor, wenn ein Prisma von gebranntem Thone, mit chromsaurer Kalilösung getränkt, zwischen conc. Zinkvitriollösung durchströmt ist. Das Verhalten, welches die Stromintensität in diesem Falle darbietet, ist in Fig. 18 dargestellt. Sogleich nach der Schliessung des Kreises nimmt die Stromintensität mit sehr grosser und rasch abnehmender Geschwindigkeit ab, so dass sie schon nach wenigen Minuten auf $^1/_6$ und weniger ihrer anfänglichen Grösse gesunken ist; nach der Umkehrung der Stromrichtung wächst sie ungemein rasch, innerhalb 1—3 Minuten, wieder sehr bedeutend an und nimmt danach sogleich von Neuem sehr rasch und sehr beträchtlich ab; nach wiederholter Umkehrung wiederholt sich das Nämliche. Ebenso ist Alles, wenn der Versuchskörper von plastischem Thone gebildet ist, ausser dass die Zunahme und die Abnahme der Stromintensität etwas langsamer vor sich gehen. Erscheint nun auch in diesen Fällen das Verhalten der Stromintensität zunächst nur in Grösse und Geschwindigkeit verschieden von dem, welches sich z. B. bei Schwefelsäure als

Binnenflüssigkeit und Zinkvitriollösung als Aussenflüssigkeit darbot (Fig. 4), so kann doch von einer entsprechenden Verschiedenheit der Chromlösung und der Zinklösung hinsichts ihrer Leitungsfähigkeit nicht im Entferntesten die Rede sein; und die Betrachtung des Versuchskörpers stellt denn auch ohne Weiteres als die Ursache des auffallenden Verhaltens der Stromintensität heraus, dass am Stromeintrittsende des Thones in den Poren desselben ein hellgelber Niederschlag (von chromsaurem Zinkoxyd) entsteht, der mit der Dauer des Stromes, nur immer langsamer, in der Richtung des Stromes sich ausbreitet. Wo solche oder so grosse chemische Veränderungen statthaben, reicht also die von uns gewonnene Kenntniss der Erscheinungen und Vorgänge an den feuchten porösen Körpern nicht aus; aber Fälle der Art liegen auch ausserhalb der natürlichen Grenzen unserer Untersuchung und würden jeder für sich ein eigenes Studium erfordern, wenn dasselbe lohnend wäre.

Um unsere Aufgabe vollkommen zu lösen, bleibt nur noch zu untersuchen, wie bei verschiedener Weichheit des porösen Gerüstes unsere Erscheinungen und Vorgänge sich gestalten. In der Richtung haben unsere bisherigen Versuche keine Aufklärung gebracht, weil die geprüften weichen feuchten porösen Körper zu wenig in der Weichheit differirten; und es bietet sich uns dafür noch ein ausgezeichnetes Versuchsobject im hartgesottenen Hühnereiweiss dar, welches um die Hälfte in allen Dimensionen schwindet, während ein Cylinder von plastischem Thone nur um $^1/_{20}$—$^1/_{10}$ an Länge und um $^1/_8$—$^1/_6$ an Durchmesser beim Trocknen schrumpft. Wir lassen also Prismen oder Cylinder von hartgesottenem Hühnereiweiss in gewohnter Weise zwischen verschiedenen Flüssigkeiten durchströmt sein. Im Falle der conc. Kochsalzlösung als Aussenflüssigkeit verändert sich alsdann die Stromintensität in der Weise, wie es Fig. 17 darstellt; und nicht der Rede werth abweichend ist das Verhalten der Stromintensität, wenn conc Glaubersalzlösung oder conc. Salmiaklösung oder conc Kochsalzlösung verdünnt mit dem doppelten Volumen Wasser die Aussenflüssigkeit abgeben. Der Eiweisscylinder nimmt dabei

überall die von Hrn. du Bois-Reymond beschriebene (s. o. S. 245) und in Fig. 2 gezeichnete Form an. Ist dagegen dest. Wasser die Aussenflüssigkeit, so treten die Veränderungen der Stromintensität auf, welche Fig. 4 zeigt. Hier schwillt der Eiweisscylinder am Eintrittsende, das immer weniger weiss, mehr grau wird, beträchtlich in der Weise an, dass dasselbe in 3—4 Mm. Länge die Gestalt eines abgestumpften Kegels gewinnt, dessen Basis die Stromeintrittsfläche ist, und dessen abgestumpfte Spitze in das unveränderte Eiweiss der Cylindermitte unmerklich übergeht. Demnach reiht sich das hartgesottene Hühnereiweiss unmittelbar den anderen weichen feuchten porösen Körpern an; und die grössere Weichheit seines Gerüstes hat nichts Anderes zur Folge, als dass die Formveränderungen, welche der Strom im Eiweiss herbeiführt, überall beträchtlicher sind, und dass, wenn die Aussenflüssigkeit besser leitet als die Binnenflüssigkeit, die Zunahme der Stromintensität bei der ersten Stromrichtung etwas geringer, auch die Knickung der Curve gegen die Abscissenaxe etwas grösser ist, als beim plastischen Thone.

Man könnte an diesem Ergebnisse irre werden, wenn man noch gewisse andere Flüssigkeiten zur Zu- und Ableitung des Stromes benutzt. Lässt man z. B. einen Eiweisscylinder zwischen verdünnter Schwefelsäure durchströmt sein, so macht die Stromintensität die Veränderungen durch, welche Fig. 18 zeigt; und ebenso stellt sich das Verhalten der Stromintensität dar, wenn verdünnte Salpetersäure (1:9 Vol.), conc. Chlorzinklösung, conc. Sublimatlösung, conc. Zinkvitriollösung, conc. Kupfervitriollösung die Aussenflüssigkeit abgeben, nur dass bei den drei letztgenannten Flüssigkeiten die Abnahme und die Zunahme der Stromintensität in geringerer Grösse und mit geringerer Geschwindigkeit vor sich gehen. Jeder Versuch, diese Erscheinungen mit den uns bekannt gewordenen normalen der feuchten porösen Körper in Zusammenhang zu bringen, ist vergeblich. Aber man bemerkt, dass alle die Flüssigkeiten, bei deren Verwendung als Aussenflüssigkeit der Eiweisscylinder das abweichende Verhalten zeigt, flüssiges Eiweiss fällen, während umgekehrt unter den Flüssigkeiten, welche

die Stelle der Aussenflüssigkeit einnehmen dürfen, ohne dass das abweichende Verhalten des Eiweisscylinders aufträte, keine einzige ist, die in flüssigem Eiweiss einen Niederschlag erzeugte. Danach ist die Vermuthung berechtigt, dass in den Poren unseres hartgesottenen Hühnereiweisses sich noch flüssiges Eiweiss befinde, welches beim Eindringen der Mineralsäuren und der Metallsalzlösungen gefällt werde: und diese Vermuthung bestätigt der Versuch.

Sechs frische Eier wurden 15 Minuten lang in kochendem Wasser gehalten, darauf das Eiweiss, nachdem es sorgfältig herausgenommen und möglichst klein zerschnitten war, mit $^1/_2$ Liter dest. Wassers versetzt und 24 Stunden lang im kühlen Zimmer gehalten. Dann wurde abgegossen und dazu das Eiweiss ausgepresst, filtrirt, im Wasserbade bei 30—40° R. eingeengt und nochmals filtrirt. Die so erhaltene klare Flüssigkeit war intensiv gelblich, durchscheinend, etwas zähflüssig; beim Schütteln zeigte sich Schlierenbildung, und der Schaum erhielt sich sehr lange; die Reaction war deutlich alkalisch. Beim Kochen blieb die Flüssigkeit unverändert; ebenso beim Zusatze von Neutralsalzlösungen. Nach Zusatz von Essigsäure trat dagegen beim Kochen eine starke flockige Ausscheidung auf. Auch Mineralsäuren und Metallsalze führten einen Niederschlag herbei; ebenso absoluter und wenig verdünnter Alkohol. Wurde die Flüssigkeit nach der Neutralisation mit Essigsäure mit der 20 fachen Menge dest. Wassers versetzt, so zeigte sich eine flockige Ausscheidung. Somit ist es zweifellos, dass im hartgesottenen Hühnereiweiss noch flüssiges Eiweiss enthalten ist; und die Erfahrung bietet auch für das Verständniss keine Schwierigkeit, da das bei der Gerinnung frei werdende Alkali mit noch ungeronnenem Eiweiss zu einem Alkalialbuminate sich verbinden wird. Was die Poren des hartgesottenen Hühnereiweisses erfüllt, ist also eine Lösung dieses Alkalialbuminates und einer Anzahl von Salzen, unter welchen besonders Chlornatrium an Menge hervorragen muss, da salpetersaures Silberoxyd in der vorgewonnenen Flüssigkeit einen ausnehmend starken Niederschlag herbeiführt.

Wenn danach die Abweichung, die der Eiweisscylinder

zwischen Mineralsäuren und Metallsalzlösungen darbietet, darauf zurückzuführen ist, dass diese Substanzen als Aussenflüssigkeiten einen Niederschlag im Eiweisscylinder herbeiführen, so steht damit sichtlich auch im schönsten Einklange die Art der Veränderungen der Stromintensität, welche dabei zur Beobachtung kommen; denn sie sind ganz dieselben wie die, welche sich zeigten, wo die Zinkvitriollösung in der chromsauren Kalilösung einen sichtbaren Niederschlag hervorrief. Die neue Gerinnung im Eiweisscylinder macht sich aber auch noch in anderer Weise bemerklich. In allen den Fällen nämlich, um die es sich augenblicklich handelt, erlangt die Würgung nur eine sehr geringe Grösse und tritt, so zu sagen, nur angedeutet auf und in verschwindender Ausbildung gegenüber derjenigen, welche sie bei den Neutralsalzlösungen als Aussenflüssigkeiten gewinnt. Es fühlt sich ferner in jenen ersteren Fällen, trotz der viel geringeren Ausbildung der Würgung, das Eintrittsende doch noch auffallend härter an, als in den letzteren Fällen. Endlich stellt sich selbst nach dem vollkommenen Austrocknen an den Eiweisscylindern, welche zu den Versuchen dienten, noch eine Verschiedenheit heraus, je nachdem durch die Aussenflüssigkeit eine Gerinnung in der Eintrittsstrecke herbeigeführt war oder nicht: im letzteren Falle hat dann die Eintrittsstrecke ganz denselben Durchmesser gewonnen wie die Mitte und ist nur durch die abweichende Lichtbrechung ausgezeichnet, im ersteren Falle ist ihr Durchmesser auch noch grösser.

Somit sind wir zum natürlichen Abschlusse unserer diesmaligen Untersuchung, welche die Folgen ungleichartiger Flüssigkeit zur Seite der homogenen feuchten porösen Körper umfassen sollte, gelangt. Die Theorie, welche ich früher gab, ist nunmehr durch die ausgedehnten experimentellen Erfahrungen bestätigt und erweitert; und dem äusseren secundären Widerstande du Bois-Reymond's ist damit die Bedeutung gesichert, welche ich ihm damals zuschreiben musste, die Bedeutung einer Einzelerscheinung aus der viel verwickelteren Reihe der kataphorischen Widerstandsveränderungen. Um nicht anderweitig Gesagtes zu wiederholen, muss ich für die theoretischen Er-

örterungen auf meine früheren Mittheilungen (Untersuchungen über das Wesen der Nervenerregung, Bd. I. S. 422—42) verweisen; und ich finde nach den Ergebnissen der Versuche nur noch zu betonen, was sich theoretisch nicht hat voraussehen lassen, dass, soweit es sich um den Widerstand der porösen Körper handelt, die Veränderung des Flüssigkeitsgehaltes im Ganzen und Grossen eine untergeordnete Rolle spielt gegenüber dem Flüssigkeitsersatze.

Berlin, Juli 1873.

Berichtigung.

Man wolle lesen:

S. 247 Z. 7 v. u.: „Rohr vom Eintrittsende her hat".
„ 248 „ 8 v. o.: „geben, wohl aber die Würgung; und".
„ 279 „ 12 v. u.: „des leitenden Querschnittes".
„ 286 „ 10 v. o.: „langsame Verzögerung der Filtration".
„ 312 „ 2 v. u.: „füllen und weitere Flüssigkeit frei an die Oberfläche drängen; beim".

Ueber supernumeräre Knochen im Jochbogen.

Von

Dr. Wenzel Gruber.
Professor der Anatomie in St. Petersburg.

(Hierzu Taf. VII.)

Der Jochbogen (Arcus zygomaticus) wird vom Jochfortsatze (Processus zygomaticus) des Schläfenbeines (Os temporale) und vom Jochbeine (Os zygomaticum) gebildet. Das Jochbein trägt jedoch dazu nicht in seiner Totalitätt, sondern nur mit seinem unteren Stücke bei, welches aus einem besonderen Verknöcherungspunkte (unterem) sich entwickelt oder doch entwickeln kann, den unteren Rand — Margo massetericus — in sich begreift und zwischen den Enden der Jochfortsätze des Oberkiefers und des Schläfenbeines gelagert ist. Dieses Oberkiefer-Schläfenstück repräsentirt bei dem Vorkommen eines zweigetheilten Jochbeines — Os zygomaticum bipartitum — (der gewöhnlichen Art) bei dem Menschen und den Simiae das untere secundäre Jochbein — Os zygomaticum secundarium inferius s. maxillo-temporale —[1]). Das-

1) Siehe: W. Gruber, Monographie des zweigetheilten Jochbeines — Os zygomaticum bipartitum — bei dem Menschen und den Säugethieren. Wien 1873. 4.

selbe ist bei allen Säugethieren, welche ein Jochbein besitzen, entweder mit noch anderen, nicht geschiedenen, analogen Bestandtheilen des Jochbeines des Menschen und der Simiae, oder einzig und allein zugegen, weshalb es von Laurillard[1]) als „L'os jugal proprement dit" oder von G. Breschet[2]) als „L'os jugal principal" bezeichnet worden war.

Die Jochbogennaht — Sutura arcus zygomatici — = Joch-Schläfenbeinnaht — S. zygomatico-temporalis — zwischen dem Schläfenfortsatze des Jochbeines und dem Jochfortsatze des Schläfenbeines, verläuft von oben und vorn nach hinten und unten in der Richtung einer schrägen, oder in der einer nach rück- und auswärts mit 1—2 Ausbuchtungen gekehrten bogenförmigen oder in jener einer S förmig gekrümmten; oder in der einer bald verschieden einfach - winklig gebrochenen, bald doppelt-winkligen (und zwar zickzackförmigen); selten in der Richtung einer verticalen Linie.

Der untere Rand des Jochbogens besteht aus einer vorderen längeren und einer hinteren kürzeren Abtheilung. Erstere ist identisch dem unteren Rande des Jochbeines der Norm oder des unteren secundären Jochbeines, letztere dem Gelenkhöcker der vorderen queren Wurzel und dem unteren Rande des nach vorwärts gekrümmten Schenkels des Jochfortsatzes des Schläfenbeines. Erstere steigt von der Spitze des Jochfortsatzes des Oberkiefers schräg auf-, rück- und auswärts in der Richtung einer schwach bogenförmigen oder auch geraden Linie; letztere aber verläuft in einer stark C förmig gekrümmten Linie ersterer entgegen. Erstere ist nach unten convex oder gerade (wie gern beim Chimpanse), ∽ förmig (wie gewöhnlich beim Gorilla), ohne oder sogar bei Vorkommen einer

---

1) Siehe: G. Cuvier. Leç. d'anat. comp. 2. Edit. Tom. II. Paris 1837. p. 382. Note.

3) Recherches sur les différentes pièces osseuses du squelette de l'homme ou des animaux vertebrés. 2. Mem. „De l'os malaire ou jugal" — Ann. des sc. nat. 3. Sér. Zoologie. Tom. I. Paris 1844. pag. 30.

mächtigen, abgerundeten Zacke, die an den Processus massetericus bei Bradypus erinnert, ausgeschnitten, mit mehreren Ausbuchtungen, wovon eine gern vor ihrem hinteren Ende sitzt, oder sogar mit einer einzigen grossen, von einem Ende bis zum anderen reichenden Ausbuchtung (wie meistens beim Orang-Outang) versehen; letztere ist an dem vor dem Gelenkhöcker befindlichen, vorderen Abschnitte C förmig und gewöhnlich so ausgeschnitten, dass die an dem Ausschnitte sichtbare, schmale Fläche schräg ab- und auswärts gekehrt erscheint.

An der Stelle des Zusammenstossens beider Abtheilungen des Jochbogens ist am unteren Rande ein Absatz, welcher, namentlich bei Vorkommen eines hinteren Ausschnittes am Jochbeinrande, hier ein bald mehr bald weniger ausgesprochenes und abwärts hervorragendes Höckerchen — Tuberculum massetericum — (Fig. 1 α), oder bisweilen einen abgerundeten aber nach einwärts hervorstehenden Stachel — Spina masseterica — (Fig. α, β) darstellt, oder doch darstellen kann. Ersteres gehört der unteren Ecke oder der unteren Zacke des Schläfenfortsatzes des Jochbeines allein, oder diesen (grösseren Theiles) und zugleich einer kleinen Zacke, an der unteren Ecke des Endes des Jochfortsatzes des Schläfenbeines; letzteres immer beiden an. Gehört das Höckerchen nur dem Jochbein an, so endet die Sutura arcus zygomatici hinter demselben; gehört das Höckerchen oder der Stachel aber beiden an, so nimmt jene ihren Verlauf durch letztere. Der Höcker kann auch bei den pseudo-anthropomorphen Simiae (namentlich beim Gorilla) und anderen Simiae vorkommen.

Das Höckerchen am unteren Rande des Jochbogens (insoweit es dem Jochbein angehört), und das Ende des Jochfortsatzes des Schläfenbeines oder Theile desselben können als besondere Knochen auftreten und als solche selbst zeitlebens persistiren.

Je ein supernumerärer Knochen im Jochbogen ist mir an 10 Schädeln zur Beobachtung gekommen.

1. Ein das Kaumuskelhöckerchen am unteren Rande des Jochbogens ersetzendes, besonderes Knöchelchen. (Fig. 3, 4, c.)

Schädel von Männern (meistens vorgerückteren Alters).

Vorkommen. An den Schädeln N. 1 (Fig. 3) und 2: im inken Jochbogen, an dem Schädel N. 3: im rechten Jochbogen, an dem Schädel N. 4: in beiden Jochbögen.

Sitz. In allen Fällen an der Stelle des Kaumuskelhöckerchens, vor der Sutura arcus zygomatici, gewöhnlich verschieden tief in den Jochbogen, und selbst bis zur Mitte der Höhe des Schläfenfortsatzes des Jochbeines aufwärts, wie eingekeilt.

Gestalt. Eines vierseitig-keilförmigen Knöchelchens, welches die Basis des Keiles, der gerade oder gekrümmt und gewöhnlich seitlich comprimirt ist, ab- und die Schärfe desselben aufwärts kehrt, 3 freie Flächen (untere, äussere und innere) und 2 Verbindungsflächen (fast oder ganz verticale, gerade oder concave vordere, und längere schräge oder convexe hintere) aufweiset; oder eines niedrigen, unregelmässig - tetraedrischen Knöchelchens mit 2 freien Flächen (querovalen, grossen, am vorderen und hinteren Rande mit 2—3 Zacken und Ausbuchtungen versehenen unterer und schmaler, kleiner innerer) und 2 Verbindungsflächen (vorderer und hinterer).

Grösse. Bei der vierseitig - keilförmigen Form: Höhe = 3—7 Mm., Breite (in sagittaler Richtung) = bis 3—5 Mm., Dicke (in transversaler Richtung) = 3—3·5 Mm., bei der tetraedischen Form: Höhe = 5 Mm., Dicke in transversaler Richtung = 4·5—6 Mm., in sagittaler Richtung = 3—4 Mm.

Verbindung. Durch die supernumeräre Sutur mit dem Jochbeine, durch die Sutura arcus zygomatici, die in einer bogenförmig oder S förmig gekrümmten, oder in stumpfwinklig geknickter Linie verlief, an deren unterer Hälfte bis unterem Ende mit dem Jochfortsatze des Schläfenbeines.

Besonderheiten. An allen Schädeln, namentlich an jenen mit dem grössten supernumerären Knöchelchen im rechten Jochbogen, ist Verwachsung der Suturen des Schädeldaches in grösseren oder kleineren Strecken eingetreten. Dieser Schädel

weiset nur an der Stelle des Zusammenstossens der Sutura lambdoidea, S. parieto-mastoidea und S. occipito-mastoidea der rechten Seite ein Zwickelbein auf. Ein anderer Schädel besitzt die Sutura cruciata, einige Zwickelbeine in der S. lambdoidea und, trotz des vorgerückten Alters des Individuums, dem dieser Schädel angehört, jederseits eine offene, fast 3 Cm. lange Ritze, welche beide Reste der Trennungslinie zwischen der Schuppe und den Gelenktheilen des Hinterhauptbeines aus früherer Zeit darstellen. Am dritten Schädel ist die Spitze der Hinterhauptsschuppe als besonderer dreieckiger Knochen beträchtlicher Grösse abgetrennt, und an der Stelle des Fonticulus sphenoidalis und im vorderen Theile der Sutura squammosa jederseits ein Zwickelbein von grosser Länge und beträchtlicher Breite. Am vierten Schädel ist in der rechten Schläfenschuppe ein Loch zum Durchtritte eines anomalen Astes der Arteria meningea media zu bemerken, welches mir auch schon an einem anderen Schädel vorgekommen war, wie ich bereits mitgetheilt habe [1]).

2. Ein das ganze Ende des Jochfortsatzes des Schläfenbeines oder Theile desselben ersetzender besonderer Knochen im Jochbogen. (Fig. 5, 6, 7, 8.)

a. Schädel mit einem besonderen Jochbogenknochen, welcher den ganzen Ausschnitt des Schläfenfortsatzes des Jochbeines einnimmt. (Fig. 5, 6 d.)

Vorkommen. An dem Schädel eines etwa 20 jährigen Jünglings: N. 5 (Fig. 5), an dem eines Mannes: N. 6 (Fig. 6), und an dem einer Greisin: Nr. 7, und zwar an dem ersten und letzten im linken, an dem zweiten im rechten Jochbogen.

Sitz. Am Schädel Nr. 5 mit der in einer rechtwinkligen Linie verlaufenden Sutura arcus zygomatici: im langen rechtwinkligen Ausschnitte; am Schädel Nr. 6 mit der im Zickzack verlaufenden Sutur: im vorderen oberen, tief-winkligen Ausschnitte; am Schädel Nr. 7 mit der in einer S förmig ge-

1) Abhandlungen a. d. mensch. und vergl. Anatomie. S. Petersburg 1852. 4. Abhandl. VIII. S. 126.

krümmten Linie verlaufenden Sutur: in dem vorderen oberen concaven Ausschnitte des Schläfenfortsatzes des Jochbeines.

Gestalt. Am Schädel No. 5: einer langen parallelogrammen, an ihrem vorderen unteren Winkel in eine spitze Zacke ausgezogenen Platte mit zwei freien Flächen (einer äusseren und inneren) und 4 Rändern (einem oberen freien scharfen, vorderen, unteren und hinteren); am Schädel No. 6: einer unregelmässig-vierseitigen, aus einem oberen schmäleren und einem unteren breiteren Abschnitte bestehenden, oder flaschenförmig gestalteten Platte mit derselben Zahl von Flächen und Rändern; am Schädel No. 7: einer halbovalen Platte mit 2 Flächen (einer äusseren und inneren) und 2 Rändern (einem oberen, freien geraden und einem unterem, convexen Verbindungsrande.

Grösse. Am Schädel No. 5: Höhe = 5 Mm.; sagittale Länge am oberen Rande = 1 Cm., am unteren Rande = 1·3 Cm., wovon 3 Mm. auf die spitze Zacke kommen; am Schädel No. 6: Höhe = 7·5 Mm.; sagittale Breite am oberen Abschnitte = 4·5 Mm., am unteren Abschnitte = bis 9 Mm.; am Schädel No. 7: Höhe = 5 Mm., sagittale Länge = 9 Mm.

Verbindung. Durch die verticale oder mässig schräge supernumeräre Sutura mit dem Jochfortsatze des Schläfenbeines; durch die ganze oder den grösseren Theil der Sutura arcus zygomatici mit dem Jochbeine. Am Schädel No. 5 und 6: sind beide Suturen offen; am Schädel No. 7: ist die supernumeräre Sutura offen, die Sutura arcus zygomatici, welche am anderen Jochbogen noch offen ist, verwachsen.

Besonderheiten. Am Schädel No. 5: eine Sutura cruciata, diese und alle anderen Suturen offen; das rechte Nasenbein kurz und das Stirnbein nicht erreichend; am Dache des Schädels No. 6: fast überall offene Suturen, wovon der linke Schenkel der S. coronalis und lambdoidea je 1 Zwickelbein enthält; am Schädel No. 7: grösstentheils verwachsene Suturen, wovon die rechte S. zygomatico-maxillaris ein Paar Zwickelbeinchen enthält.

b. Schädel mit einem besonderen Jochbogenknochen, welcher die vordere Hälfte des Abschnittes des Schläfenfortsatzes des Jochbeines einnimmt. (Fig. 7 d.)

Vorkommen. An dem Schädel eines Weibes No. 8 im linken Jochbogen.

Sitz. In der oberen vorderen Hälfte des concaven Ausschnittes des Schläfenfortsatzes des Jochbeines.

Gestalt. Einer fast halbkreisförmigen Platte mit 2 freien Flächen (einer äusseren und inneren) und 2 Rändern (einem oberen, geraden freien, und einem convexen Verbindungsrande).

Grösse. In verticaler und sagittaler Richtung breit: 6—7 Mm.

Verbindung. Durch die supernumeräre Sutura mit dem Jochfortsatze des Schläfenbeines, durch den oberen vorderen Theil der gekrümmt verlaufenden S. arcus zygomatici mit dem Jochbeine. Diese Suturen sind theilweise verwachsen. Das Jochbein steht mit dem supernumerären Knochen und dem Jochfortsatze des Schläfenbeines in Verbindung.

Besonderheiten. Der Schädel weiset eine Sutura cruciata auf. Diese und andere Suturen des Hirnschädels, unter welchen die S. lambdoidea einige Zwickelbeine enthält, sind theilweise verwachsen.

c. Schädel mit einem besonderen Jochbogenknochen, welcher den oberen Theil des Endes des Jochfortsatzes des Schläfenbeines ersetzt. (Fig. 8 d.)

Vorkommen. Am Schädel eines Mannes No. 9 (Fig. 8): in beiden Jochbögen und am Schädel eines anderen Mannes No. 10: im rechten Jochbogen.

Sitz. Hinter dem oberen Theile (bis $^2/_3$) des geradlinig, aber in schräger Richtung abgeschnittenen Schläfenfortsatzes des Jochbeines und der geradlinigen, aber schräg gestellten Sutura arcus zygomatici.

Gestalt. Am Schädel No. 9: im rechten Jochbogen (d) einer dreieckigen mit der Basis aufwärts gekehrten, im linken

Jochbogen: einer kleinen schräg gestellten halbovalen Platte mit 2 Flächen (einer äusseren und inneren), 3 Rändern rechts und 2 Rändern links, wovon am rechten Knöchelchen der obere frei ist, der vordere und hintere Verbindungsränder sind, am linken Knöchelchen der vordere geradlinige und schräg gestellte ein Verbindungsrand, der hintere convexe am oberen Drittel frei ist und den oberen Rand des Jochfortsatzes des Schläfenbeines bilden hilft, übrigens ein Verbindungsrand ist; am Schädel Nr. 10: einer kleinen schräg gestellten elliptischen Platte mit ähnlicher Anordnung.

Grösse. Am Schädel Nr. 9: Höhe am rechten Knöchelchen = 8 Mm., am linken = 4—4·5 Mm., Breite am rechten Knöchelchen = 4·5—5 Mm., am linken Knöchelchen = bis 3 Mm.; am Schädel Nr. 10: Höhe = 7 Mm., Breite = bis 3 Mm.

Verbindung. Durch die supernumeräre Sutura mit dem oberen Theile des Endes des Jochfortsatzes des Schläfenbeines, durch den oberen Theil der geradlinig verlaufenden, aber schräg gestellten Sutura arcus zygomatici mit dem Jochbeine.

Besonderheiten. Grösstentheils verwachsene Suturen am Hirntheile des Schädels Nr. 9 und theilweise verwachsene Suturen, wovon die S. lambdoidea mehrere Zwickelbeine enthält, an dem des Schädels Nr. 10.

Resultate.

1. Die zehn Schädel mit einem supernumerären Jochbogenknochen wurden in meiner Sammlung von gegenwärtig nahe an 4000 Schädeln und Schädelbasen herausgefunden. — Ein supernumerärer Jochbogenknochen beträchtlicher Grösse ist somit etwa unter 400 Schädeln erst an einem zu erwarten, somit selten [1]).

2. Die Schädel gehörten 8 männlichen und 2 weiblichen

1) Einige Schädel mit 1 — 2 ganz kleinen Knöchelchen, welche mir in der Sutura arcus zygomatici zur Beobachtung gekommen waren, sind nicht eingerechnet, weil die Knöchelchen nur gewöhnliche Suturknöchelchen waren.

Individuen, im Jünglings- bis in's Greisenalter, an. — Der supernumeräre Jochbogenknochen kommt daher bei beiden Geschlechtern vor und persistirt zeitlebens.

3. Der supernumeräre Jochbogenknochen substituirte bald das Kaumuskelhöckerchen am Jochbeine, bald das Ende des Jochfortsatzes des Schläfenbeines. — Derselbe ist somit zweierlei Art.

4. Bei der 1. Art und bei der 2. Art (in beträchtlicher Grösse) wurde derselbe: in der Einzahl, und zwar bei ersterer: an $^2/_5$, bei letzterer: an $^3/_5$ der Schädel; bei beiden Arten in beiden Jochbögen: an $^1/_5$, in einem Jochbogen: an $^4/_5$ der Schädel angetroffen. Beide Arten zugleich an einem und demselben Jochbogen waren nicht zur Beobachtung gekommen —. Jede Art tritt daher für sich, nur mit einem Knochen und in der Regel einseitig auf; und die 2. Art ist die häufiger vorkommende.

5. Die 1. Art ist von unten; die 2. Art von oben in den Jochbogen eingetreten.

6. Die Gestalt ist bei der 1. Art eine pyramidale oder tetraedrische; bei der 2. Art eine verschieden-gestaltete plattförmige.

7. Die supernumerären Knochen der 2. Art erreichen eine beträchtlichere Grösse als die der 1. Art. Der grösste Knochen der 1. Art war: 7 Mm. hoch, bis 5 Mm. breit und bis 3 Mm. dick; der grösste Knochen der 2. Art war 1—1·3 Cm. in sagittaler Richtung lang und 5 Mm. in verticaler Richtung breit.

8. Die Verbindung ging durch zwei zackige Suturen vor sich, wovon die supernumeräre Sutur bei der 1. Art des Vorkommens des supernumerären Jochbogenknöchelchens vor diesem, bei der 2. Art hinter demselben verlief.

9. An einem Schädel war die Sutura frontalis, an einem anderen, von einem Individuum vorgerückteren Alters, dieselbe und zugleich im Hinterhauptsbeine jederseits eine lange suturartige Ritze als persistirender Rest der früheren Trennung der Schuppe von den Gelenktheilen zugegen. Alle Schädel waren mehr durch Armuth als durch Reichthum an anderen supernumerären Knochen auffallend. — Der supernumeräre Joch-

bogenknochen, welcher durch anomale Partition entsteht, kann daher zugleich mit Persistenz früher existirender, später aber in der Regel verschwindender Partitionen vorkommen, scheint aber gewöhnlich ohne diese und ohne anderweitige Partitionen aufzutreten.

3. Bedeutung.

Der supernumeräre Jochbogenknochen beider Arten ist kein Suturknochen gewöhnlicher Art. Derselbe hat die Bedeutung einer, von einem bald im Jochbeine an der Stelle des späteren Kaumuskelhöckerchens, bald im Ende des knorpligen Jochfortsatzes des Schläfenbeines auftretenden accidentellen Ossificationspunkte, entwickelten und zeitlebens persistirenden Epiphyse.

Einen supernumerären Jochbogenknochen, welcher analog demselben Knochen der 2. Art beim Menschen ist und nur die Bedeutung einer zeitlebens persistirenden Epiphyse haben kann, hat G. Breschet[1]) schon längst vor dem Funde beim Menschen: bei (Myrmecophaga sp.? und sicher bei) Orycteropus beobachtet und abgebildet.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Rechter Jochbogen der Norm eines Mannes mit gut entwickeltem Kaumuskelhöckerchen — Tuberculum massetericum — am unteren Rande.

„ 2. Jochbogen derselben Seite von einem anderen Manne mit dem Kaumuskelstachel — Spina masseterica —. (Ansicht von unten.)

„ 3. Linker Jochbogen eines dritten Mannes mit dem das Kaumuskelhöckerchen substituirenden supernumerären Knochen.

„ 4. Jochbogen derselben Seite von einem vierten Manne mit dem supernumerären Knochen derselben Art. (Ansicht von unten.)

„ 5. Linker Jochbogen eines Jünglings mit einem das ganze Ende des Jochfortsatzes des Schläfenbeins (so weit es im

---

1) Op. cit. Explic. des planches p. 35. Pl. VIII. Fig. 1 c Fig. 2 e.

Auschnitte des Schläfenfortsatzes des Jochbeines liegt) substituirenden supernumerären Knochen.

Fig. 6. Rechter Jochbogen eines Mannes mit einem ähnlichen supernumerären Knochen derselben Art.

„ 7. Linker Jochbogen eines Weibes mit einem die Hälfte der Länge des Endes des Jochfortsatzes des Schläfenbeines substituirenden supernumerären Knochen.

„ 8. Rechter Jochbogen eines Mannes mit einem die oberen zwei Drittel des Endes des Jochfortsatzes des Schläfenbeines substituirenden supernumerären Knochen.

Bezeichnung für alle Figuren:

a. Jochbein.
b. Jochfortsatz des Schläfenbeines.
c. Supernumerärer Jochbogenknochen statt des Kaumuskelhöckerchens.
d. Supernumerärer Jochbogenknochen statt des Endes des Jochfortsatzes des Schläfenbeines oder der Theile desselben.
α. Kaumuskelhöckerchen } am Jochbogen.
β. Kaumuskelstachel } am Jochbogen.

St. Petersburg am 4./16. Februar 1873.

Ueber das Semiinfundibulum inframaxillare, den Sulcus mylohyoideus und die beide deckenden knöchernen Brücken.

Von
Dr. Wenzel Gruber,
Professor der Anatomie in St. Petersburg.

Hierzu Tafel VIII.

1. Ueber das Semiinfundibulum inframaxillare.

Zu dem Foramen inframaxillare posterius und dem Anfange des Sulcus mylohyoideus führt ein über denselben liegender, verschieden grosser, aber immer beträchtlich tiefer Halbtrichter — Semiinfundibulum inframaxillare. — Das Semiinfundibulum (a) wird vorn und rückwärts von Leisten — Lineae eminentes — (α, β) oder Kämmen — Cristae — (α', β'), die verschieden entwickelt sind, begrenzt. In die vordere Leiste setzt sich der Rand des Septum zwischen dem Foramen inframaxillare posterius und dem Sulcus mylohyoideus, dann die vordere Leiste des Sulcus mylohyoideus, in die hintere die hintere Leiste desselben fort.

Wenn das Semiinfundibulum vorn eine Leiste — Linea semiinfundibuli anterior — begrenzt, was in $^3/_{20}$ d. F. geschieht, so ist diese fast immer geradlinig und endet am oberen Ende in $^2/_3$ d. F. mit einem Höckerchen oder einem dreiseitig-pyramidalen Zäckchen.

Statt dieser Leiste tritt in $^2/_5$ d. F. ein Kamm — Crista

semiinfundibuli anterior — auf, welcher eine verschiedene, aber mässige Breite besitzt, schon etwas das Semiinfundibulum vorn zu bedecken anfängt, einen geradlinig oder bogen- oder S förmig gekrümmt verlaufenden, selten ($^1/_{20}$ d. F.) ausgebuchteten freien Rand aufweist, und oben in ein abgerundetes Höckerchen oder in einen platten, pyramidalen Stachel (von bis 4 Mm. Länge) endet (Fig. 2 α').

Statt des schmalen Kammes tritt in weniger als in der Hälfte der Fälle ($^9/_{20}$) ein breiter Kamm — Lingula inframaxillaris — auf.

Die Lingula inframaxillaris (α'') kommt vor: entweder (in $^3/_{10}$ d. F.) als eine kleine dreieckige oder halbovale Platte mit 2 Rändern (einem hinteren oberen und hinteren unteren) (Fig. 4, 11), welche beide schräg abgeschnitten oder gekrümmt sind, oder bisweilen der untere so beschaffen ist, während der obere ausgebuchtet erscheint; oder (in $^3/_{20}$ d. F.) als eine grosse breite bald dreieckige, in eine Ecke oder einen Stachel ausgezogene Platte mit 2 Rändern (oberem und hinterem) (Fig. 3, 14), bald abgerundete Platte, bald vierseitige Platte mit 3 Rändern (oberem, hinterem und unterem) (Fig. 5), die gerade oder schräg verlaufen, geradlinig, convex oder ausgebuchtet sind. Dieselbe deckt das Semiinfundibulum inframaxillare vorn und innen in grösserer oder geringerer Strecke und dadurch auch das Foramen inframaxillare, und dieses sogar ganz. Sie kann an ihrem Abgange 1 Cent. hoch, in sagittaler Richtung bis 6 Mm. und mehr, oder sogar so breit vorkommen, dass sie sich der Linea s. Crista semiinfundibuli posterior bis auf eine Ritze nähert (Fig. 12).

Die Linea semiinfundibuli posterior fehlt oft, ist nur in der Minderzahl der Fälle (—$^1/_2$) deutlich ausgesprochen. Eine Crista semiinfundibuli posterior tritt selten auf. Bei dem Vorkommen einer sehr entwickelten Lingula ist erstere oder auch letztere gern ($^4/_5$ d. F.) zugegen.

2. Ueber den Sulcus mylohyoideus.

Der Sulcus mylohyoideus (b) ist nur am Aste des Unterkiefers und am hintersten Theile des Körpers desselben durch Leisten — Linea sulci mylohyoidei anterior et posterior — (γ, δ) scharf begrenzt. Bisweilen fehlen diese Lineae. An den Lineae, namentlich an der vorderen, kommen bisweilen dreieckige oder halbovale Zacken in der Ein- und Mehrzahl vor, welche sich der gegenüber liegenden Linea oder Zacke bis auf eine Ritze nähern können. Statt der Lineae, namentlich wieder der vorderen, treten manchmal eine, oder durch einen Abstand getrennt, ein Paar Cristae sulci mylohyoidei auf. Die Crista sah ich bis 13 Mill. lang und selbst so breit, dass sie die Linea posterior fast erreichte und den Sulcus mylohyoideus bis auf eine übrig gebliebene Ritze deckte.

Der Sulcus mylohyoideus ist fast immer einfach, nur sehr selten ($^{1}/_{600}$ d. F.) durch ein bis 1 Mm. hohes und bis 1,5 Cent. langes Septum, an seinem Anfangsstücke doppelt (Fig. 6. b'). Am Rande des Septum können vor und rückwärts Leistchen, die wie rudimentäre Brückchen aussehen, vorkommen. Bisweilen ist der Sulcus am Endstücke (am Aste) doppelt.

Mit dem gewöhnlichen Sulcus kommt ganz ausnahmsweise ($^{1}/_{1200}$ d. F.) ein besonderer Kanal vor. Ich besitze einen Unterkiefer, an dessen rechter Seite dieser anomale Kanal (Fig. 7 c.) zu sehen ist. Die Lingula ist durch die Linea semiinfundibuli anterior ersetzt. Die Linea semiinfundibuli posterior ist zwar da, aber weniger ausgesprochen als die vordere. Hinter dem Foramen inframaxillare, davon durch ein Septum geschieden, vor der Linea semiinfundibuli posterior und über dem Anfange des Sulcus mylohyoideus befindet sich die ovale Apertura superior (+) des Kanales. Dieser steigt zuerst hinter dem Canalis inframaxillaris, dann zwischen ihm und der Wand des Sulcus mylohyoideus hinab, um in letzteren durch eine kleine rundliche Apertura inferior (±) zu münden. Die Länge des Kanals beträgt: 1 Cent.; die Weite an der Apertura superior 1—1,5 Mm.; an der Apertura inferior 0,75 Mm.

Der Sulcus mylohyoideus ist am Unterkieferaste verschie-

den lang, weit und tief. Die Weite in dieser Strecke variirt: am Anfange von 1,25 Mm. bis 4,25 Mm. (ausnahmsweise bis 8 Mm.); in der Mitte und am Ende von 1—4 Mm. Gern ist er in der Mitte etwas enger als am Anfange und Ende.

3. Ueber die knöchernen Brücken am Semiinfundibulum inframaxillare und am Sulcus mylohyoideus.

Sehr entwickelte Lingulae von der Gestalt dreieckiger Platten mit einem oberen und hinteren Rande oder mit einem hinteren oberen und hinteren unteren Rande; oder von der Gestalt vierseitiger Platten mit einem oberen, hinteren und unteren Rande können: bei den ersteren Gestaltsarten mit der Spitze, bei der letzteren Gestaltsart mit der oberen oder unteren Ecke; bei der ersten und dritten Gestaltsart mit dem hinteren Rande; bei der zweiten Gestaltsart mit dem unteren Rande die Linea semiinfundibuli posterior, eine von da ausgehende einfache oder doppelte Zacke oder hier aufgetretene Crista erreichen und damit verwachsen.

Dadurch wird das Semiinfundibulum in ein Infundibulum, mit ganz oder theilweise vollständiger innerer Wand, umgewandelt, das Foramen inframaxillare posterius gedeckt und der Anfang des Sulcus mylohyoideus bald ein Loch, bald kein solches. —

Ebenso können von der Linea sulci mylohyoidei anterior Zacken und Cristae ausgehen, welche mit der Linea posterior oder von da kommenden Zacken und Cristae verwachsen. — Dadurch wird der Sulcus mylohyoideus streckweise oder in seiner ganzen Länge am Unterkieferaste ein Kanal. —

Vorkommen.

Unter 1200 Unterkiefern waren mit Brücken versehen: 80, und zwar an beiden Aesten: 33, an nur einem Aste: 47 (am rechten: 21, am linken: 26); also von 2400 Unterkieferästen 113 (54 rechte und 59 linke). Die Brücken waren an 108 Aesten (an 53 rechten und 55 linken) einfach, an 5 (an 1 rechten und 4 linken) doppelt zugegen.

Von den einfachen Brücken schloss die 1. Variante (Fig. 8. ε.), welche durch Verschmelzung oder nahtförmige Verbindung der Spitze der Lingula mit einer kleinen Zacke der Linea semiinfundibuli posterior gebildet wird, den Eingang in das Semiinfundibulum allein zu einem Loche — Apertura superior infundibuli inframaxillaris — an 2 Aesten; schloss die 2. Variante (Fig. 9. ζ.), welche durch Verwachsung der Lingula mit der zu einer Crista entwickelten Linea semiinfundibuli posterior entsteht, das Semiinfundibulum zu einem Infundibulum an 8 Aesten (7 rechten und 1 linken); gestaltete die 3. Variante, (Fig. 10. η.), welche durch Verwachsung der Lingula in verschiedener Höhe mit einer an der Linea infundibuli posterior aufgetretenen Crista und zugleich durch Verwachsung der zu Cristae entwickelten Lineae des oberen Stückes des Sulcus mylohyoideus zu Stande kommt, das Semiinfundibulum zu einem Infundibulum und zugleich den Sulcus mylohyoideus oben zum Canalis mylohyoideus an 28 Aesten (12 rechten und 16 linken); umbildete die 4. Variante (Fig. 11, 12. ϑ.) das obere Stück des Sulcus mylohyoideus allein oder diesen in seiner ganzen oder fast ganzen Länge am Aste, in welchem letzteren Falle auch die Lingula der Linea semiinfundibuli posterior bis auf eine enge Spalte genähert angetroffen wurde, an 8 Aesten (5 rechten und 3 linken), und die 5. Variante (Fig. 13, 14. ι.) das übrige Stück desselben, bei wechselnder Entfernung von dessen Anfange, an 62 Aesten (29 rechten und 33 linken) zu einem Kanale verschiedener Länge.

Von den doppelten Brücken, welche immer einseitig und an Unterkiefern mit einer einfachen Brücke am anderen Aste vorgekommen waren, schloss die obere das Semiinfundibulum unten zum Infundibulum, und die untere den Sulcus mylohyoideus, in einiger Entfernung von dessen Anfange, zum Canalis (Fig. 15; ζ. ι.) an 2 Aesten (1 rechten und 1 linken); ferner die obere das Semiinfundibulum zum Infundibulum und zugleich den Anfang des Sulcus mylohyoideus und die untere, in kurzer Entfernung von ersterer, das mittlere Stück des Sulcus mylohyoideus zum Canalis an 3 Aesten (linken).

Unter den einfachen Brücken sah ich 2, die 5—6 Mm.

lang waren, wovon eine der 4. Variante, die andere der 5. Variante ihres Sitzes angehörte; und unter den Fällen mit doppelten Brücken bemerkte ich 1 Mal die obere, 5 Mm. hohe, das Semiinfundibulum zum Infundibulum schliessende und 1 Mal die untere 1,5 Cent. lange, den Sulcus mylohyoideus zum Canalis umwandelnde von einem kleinen Loche perforirt; also gefensterte Brücken in $^1/_{28}$ d. F.

Es ist somit unter 15 Unterkiefern an beiden Seiten oder nur an einer Seite an 1; und unter 21—22 Unterkieferästen eine einfache oder doppelte Brücke an 1 zu erwarten.

Dieselben kommen an einem Aste häufiger vor als an beiden Aesten desselben Unterkiefers. Doppelte Brücken treten sehr selten auf. Dass diese mir immer nur einseitig zur Beobachtung kamen, ist wohl nur Zufall. Sehr selten begegnet man gefensterten Brücken. Von den oben angegebenen 5 Varianten, unter welchen die einfachen Brücken vorkamen, ist die als 1. Variante bezeichnete die seltenste ($^1/_{54}$ d. F.) und die als 5. Variante angeführte die häufigste (etwa $^4/_7$ d. F.)

In den Fällen mit doppelten Brücken hatte die untere der 5. Variante einfach vorkommender Brücken, und die obere bald der 2. bald der 3. Variante angehört. Dreifache Brücken, oder eine einfache Brücke, welche das Semiinfundibulum und den Sulcus mylohyoideus ununterbrochen gedeckt, also ein knöcherner Kanal, welcher sich bis zum Unterkieferkörper erstreckt hätte, waren unter der grossen Zahl von Unterkiefern nicht nachzuweisen, kommen daher entweder gar nicht, oder falls sie dennoch auftreten, gewiss äusserst selten vor. —

b. Grösse.

Die Brücken der 1. Variante, welche nur den Eingang in das Semiinfundibulum zur Apertura superior infundibuli schliessen, sind in der Mitte: 1—1,5 Mm.; die der 2. Variante, welche das Semiinfundibulum innen vollständig, oder doch bis auf einen Ausschnitt oder Spalt, nach oben oder unten decken, also das Auftreten eines Infundibulum veranlassen, sind: 3—8 Mm.; die der 3. Variante, welche nicht nur das Semiinfundibulum zum Infundibulum, sondern auch den Anfang des

Sulcus mylohyoideus zum Canalis gestalten, sind: 3,5—16 Mm.; die der 4. Variante, welche, vom Anfange des Sulcus mylohyoideus an, diesen in kürzerer oder längerer Strecke oder sogar in der ganzen Strecke des Verlaufes am Aste zum Canalis bilden, sind: 3—18 oder sogar 21 Mm.; die der 5. Variante endlich, welche in einer Entfernung von 1—16 Mm. vom Anfange des Sulcus mylohyoideus, diesen zum Canalis umformen, sind: von 0,5 oder 1—13—15 Mm. breit (hoch) von mir gesehen worden.

Die Brücken zur Bildung eines knöchernen Infundibulum inframaxillare in der ganzen Höhe oder nur in einer grösseren oder kleineren Strecke des Semiinfundibulum und zur Bildung eines knöchernen Canalis mylohyoideus in der ganzen Länge oder nur an Strecken des Sulcus mylohyoideus variiren ausserordentlich; in Hinsicht ihrer verticalen Breite, die 0,5—21 Mm. betragen kann. Die längsten Canales weiset die 4. Variante ihres Vorkommens auf.

Resultate.

1. An jedem Unterkieferaste kommt eine bis jetzt nicht oder doch ungenügend hervorgehobene halbtrichterförmige Vertiefung — Semiinfundibulum — vor, welche an ihrem unteren Ende das Foramen inframaxillare posterius und den Eingang in den Sulcus mylohyoideus sitzen hat; bald nur vorn und bald vorn und hinten von Lineae eminentes oder Cristae begrenzt ist; von der Lingula, die eine sehr ausgebildete Crista anterior repräsentirt, wenn sie vorhanden, in verschiedener Ausdehnung gedeckt; oder von derselben, im Falle ihrer Vereinigung mit einer Crista posterior, durch völlige Deckung in ein Infundibulum umgewandelt wird.

2. Mit dem gewöhnlichen Sulcus mylohyoideus kann ein besonderer supernumerärer Canalis mylohyoideus vorkommen. Ausser dem Falle, der mir zur Beobachtung gekommen, existirt über einen anderen ähnlichen Fall keine Mittheilung in der Literatur.

3. Durch diese Untersuchung en gros wurde bewiesen,

dass, wie schon J. Fr. Meckel[1]) wusste, doppelte Sulci mylohyoidei wirklich sehr selten auftreten.

4. Semiinfundibulum und der Sulcus mylohyoideus und zwar ersterer und letzterer allein, oder beide zugleich, werden öfters, also nicht so selten, wie Meckel[2]), seiner Erfahrung nach, glaubte, durch knöcherne Brücken, die von einigen wenigen Anatomen und nur obenhin erwähnt, also bis jetzt ungenügend gekannt waren, gedeckt und dadurch ersteres zum Infundibulum, letzteres zum Canalis mylohyoideus ganz oder streckweise geschlossen.

5. Die knöchernen Brücken kommen in der Regel einfach, selten ($^1/_{22}$ d. F.) doppelt; in der Regel nicht durchbrochen, sehr selten ($^1/_{29}$—$^1/_{30}$ d. F.) gefenstert vor.

6. Dieselben treten, dem Sitze nach, unter 5 Varianten, bei ungemein verschiedener Breite (in verticaler Richtung) auf. Brücken von 0,5—10 Mm. Breite kommen in der Mehrzahl der Fälle, solche von 11—21 Mm. Breite in der Minderzahl ($^1/_9$) vor.

7. Dreifache Brücken, oder einfache Brücken, welche das Semiinfundibulum und zugleich den Sulcus mylohyoideus vollständig gedeckt, also einen knöchernen Kanal gebildet hätten, der sich vom oberen Ende des Semiinfundibulum bis zum unteren Ende des Sulcus mylohyoideus am Unterkieferaste erstreckt haben würde, sind noch nicht zur Beobachtung gekommen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—15. Unterkieferäste. (Ansicht von der inneren Seite.)

Bezeichnung für alle Figuren.

a. Semiinfundibulum inframaxillare.
a'. Infundibulum „

---

1) Handb. d. menschl. Anatomie. Bd. 2. Halle u. Berlin 1816. S. 144. §. 614.

2) L. c.

b. Sulcus mylohyoideus.
b'. Derselbe durch ein Septum doppelt.
c. Supernumerärer Canalis mylohyoideus.
α. Linea semiinfundibuli anterior.
α'. Crista „ „
α''. Lingula inframaxillaris.
β. Linea semiinfundibuli posterior.
β'. Crista „ „
γ. Linea sulci mylohyoidei anterior.
γ'. Crista „ „ „
δ. Linea „ „ posterior.
ε. Knöcherne Brücke, die den Eingang des Semiinfundibulum zur Apertura superior infundibuli schliesst (1. Variante).
ζ. Knöcherne Brücken, die das Semiinfundibulum zum Infundibulum schliessen (2. Variante).
η. Knöcherne Brücke, welche das Semiinfundibulum zum Infundibulum und den Anfang des Sulcus mylohyoideus zum Kanale schliesst (3. Variante).
ϑ. Knöcherne Brücken, welche den Anfang des Sulcus mylohyoideus oder diesen fast in der ganzen Strecke seines Verlaufes am Unterkieferaste zum Kanale schliessen (4. Variante).
ι. Knöcherne Brücken, welche den Sulcus mylohyoideus, von einer von dessen Anfange verschieden weit entfernten Stelle angefangen, zum Kanale schliessen (5. Variante).

Ueber die Halswirbelsäule der Vögel aus der Gattung Plotus.

Von

W. Dönitz.

Hierzu Taf. IX A.

Die Vögel aus der Gattung Plotus haben die Aufmerksamkeit aller Reisenden auf sich gezogen, welche in der Lage waren, sie in der Freiheit zu beobachten. Vor Allem wird die Eleganz und die Schnelligkeit der Bewegungen dieser Thiere gerühmt, die zur höchsten Entfaltung kommt, wenn sie im Wasser nach Beute jagen. Doch auch gefürchtet sind sie auf den Märkten, wo sie öfters lebend zum Verkauf gestellt werden, denn mit Blitzesschnelle sollen sie nach den Personen stossen, welche ihnen gar zu nahe kommen. Das Ziel ihrer Stösse pflegt das Auge zu sein, welches sie mit grosser Sicherheit treffen und zerstören, wenn es von ihnen erreicht werden kann. Zur Vermeidung dieser Gefahr werden die Thiere, wie mir Reisende mitgetheilt haben, meist mit einem die Augen verdeckenden Verbande auf den Markt gebracht.

Die Möglichkeit, so geschwinde Stösse auszuführen, beruht auf dem eigenthümlichen Bau zweier Halswirbel dieser Thiere. Schon an lebenden Thieren, die man hin und wieder in den

zoologischen Gärten Europa's zu sehen bekommt, fällt eine Knickung des Halses auf, ähnlich derjenigen, welche bei Rohrdommeln und Verwandten bekannt ist. Aber diese Knickung verschwindet auch bei vollständiger Streckung des Halses nicht gänzlich, wie ich bei einem Plotus ahinga im zoologischen Garten zu London beobachtete. Es kommt dies daher, dass der 7. und 8. Halswirbel durch eigenthümliche Fortsätze ausgezeichnet sind, welche weit genug hervorragen, um diesen Theil der Halswirbelsäule eckig erscheinen zu lassen.

An der centralen Seite der Halswirbel der Vögel finden sich bekanntlich vielfach lange, spitze Fortsätze, welche am Kopfende des Wirbels entspringen und, im Allgemeinen parallel zur Längsaxe des Wirbels verlaufend, ihre Spitze dem Rumpfende des Wirbels zukehren. Sie dienen Beugemuskeln des Halses zur Anheftung. Bei einem Plotus Levaillantii, den G. Schweinfurth vom Bahr el Gazat mitgebracht hat (Berliner Anatom. Museum Nr. 23,458), fand ich nun, dass die entsprechenden Fortsätze am 7. Halswirbel so lang sind, dass sie bis zum 8. Halswirbel herabreichen und mit einem stumpfen Fortsatz desselben in der Weise in Gelenkverbindung treten, dass sie über diesen hinweggleiten können. Diese Muskelfortsätze, welche hier zugleich als Gelenkfortsätze auftreten, erscheinen um so länger, als der 7. Wirbel selber seine Nachbaren, den 6. und den 8., etwa um ein Drittel an Grösse übertrifft. Von der Seite gesehen macht dieser Wirbel den Eindruck eines Trapezoids (Fig. 1).

Eine noch auffälligere Eigenthümlichkeit zeigt der 8. Halswirbel. Hier findet sich an der Rückenseite eine paarig auftretende Knochenbrücke, welche aus einer platten Spange besteht, die von den Seiten der beiden Gelenkfortsätze des Kopfendes entspringt, anfänglich lateralwärts ausbiegt, sich darauf nach hinten herumschlägt, unter windschiefer Drehung ihrer Flächen sich der Rückenfläche des Wirbels wieder nähert und diese dicht neben der Medianlinie erreicht und mit ihr sich am Rumpfende des Wirbels verbindet. Auf diese Weise wird jederseits eine Knochenbrücke gebildet, welche augenschein-

lich den Zweck hat, Muskeln und Sehnen hindurchtreten zu lassen.

Diese letzte Vermuthung fand ihre Bestätigung durch die Untersuchung eines Plotus ahinga, den R. Hensel als Rohskelet aus den La Plata Staaten nach Berlin gebracht hat und an dessen Halse ich die Muskeln angetrocknet noch vorfand. Das Untersuchungsobject war zwar selbst nach dem Aufweichen nicht geeignet, eine genaue Einsicht in die Anatomie der betreffenden Muskeln zu geben, indessen genügte es vollkommen zur Erledigung des fraglichen Punktes. Das Präparat scheint von einem jüngern Individuum abzustammen, denn die erwähnte Brücke am 8. Halswirbel ist nicht verknöchert, gerade wie es das Skelet eines noch jüngeren Individuums derselben Species im Berliner Anatomischen Museum zeigt.

Zwischen den beiden Brückenbögen des Hensel'schen Präparates entspringt ein paariger, gegen den Kopf hin ziehender Muskel, welcher sehnig wird und auf der Höhe des 4. Halswirbels wieder in einen Muskelbauch übergeht. Seitwärts legt sich an ihn die Sehne des grossen Halsstreckers, der von der Brustwirbelsäule seinen Ursprung nimmt. Diese Sehne geht, bevor sie sich mit dem erst erwähnten Muskel verbindet, unter der Brücke durch. Lateralwärts von dieser wichtigen Sehne benutzt einer der flachen Seitenmuskeln die Brücke zum Durchtritt und heftet sich sofort an den 7. Wirbel. Die Spitzen der oben erwähnten langen Fortsätze des 7. Halswirbels dienen der langen Sehne eines Halsbeugers zur Insertion.

Die mitgetheilte Anordnung der Apophysen und der Muskeln gestattet augenscheinlich dem oberen Ende des Halses eine ausgiebige und rasche Hebelbewegung. In ihr haben wir den Grund für die blitzartige Geschwindigkeit zu suchen, durch welche sich das Stossen dieser Vögel auszeichnet. Auf eine weitere Analyse der Wirkungsweise der einzelnen Theile einzugehen verzichte ich, da mein Untersuchungsmaterial zu spärlich und unvollkommen war und da die mitgetheilten Beobachtungen genügen dürften, nicht allein die Eigenart mancher Bewegungen der Plotusarten zu erklären, sondern auch die Aufmerksamkeit der vergleichenden Anatomen auf Einrichtungen

zu lenken, für welche an der Halswirbelsäule der Vögel kein Analogon bekannt ist.

New-York, 4. Juni 1873.

Figurenerklärung.

Fig. 1. Ein Theil der Halswirbelsäule von Plotus Levaillantii, von der linken Seite gesehen. Der siebente Wirbel, VII, erscheint schmächtiger und länger als die anderen. b, langer Fortsatz, bei a beginnend. c, die Spitze dieses Fortsatzes, mit dem 8. Wirbel articulirend. d, die linksseitige Knochenbrücke des 8. Wirbels.

„ 2. Ein Stück der Halswirbelsäule desselben Thieres, von vorn gesehen. Man erkennt bei a den Ursprung der langen Muskelfortsätze des 7. Wirbels von den oberen Gelenkfortsätzen desselben Wirbels. Am 8. Wirbel zeigen sich die über die Seiten hervorragenden Knochenbrücken d.

„ 3. Dasselbe Präparat von hinten gesehen.
e, Anheftung des unteren Schenkels der Knochenbrücke an die Dorsalfläche des 8. Wirbels. f, unterer Gelenkfortsatz desselben Wirbels.

Ueber Apnoe und die Wirkung eines energischen Kohlensäure-Stroms auf die Schleimhäute des Respirationsapparats und über den Einfluss beider auf verchiedene Krampfformen.

Von

Dr. Wilhelm Filehne.

Neuerdings hat Brown-Séquard unter dem Titel: „Note sur un moyen de produire l'arrêt d'attaques d'epilepsie et des convulsions causées par la strychnine et les pertes de sang[1])“ eine Arbeit veröffentlicht, welche in mehrfacher Beziehung der Beachtung werth erscheinen möchte. Zunächst ist sie geeignet die bisherige Anschauung über das Wesen der Apnoe und deren Einfluss auf die Strychnin-Krämpfe zu zerstören. Bekanntlich verdanken wir diese bisherige Auffassung den Arbeiten Rosenthal's; nach ihm ist die Apnoe Folge einer übergrossen Arerialisirung des Blutes durch die künstliche Respiration; da nun die Athmung bedingt wird durch den Reiz des Sauerstoffmangels (resp. Kohlensäureanhäufung) im Athmungscentrum, so hört bei energischer künstlicher Respiration mit diesem Reize auch die Athmung auf. Während an einem unvergifteten Thiere schon ein hoher Grad von Sauerstoffmangel im Centralnervensystem vorhanden sein muss, um Dyspnoe zu veranlassen, ein noch höherer um auch andere motorische Apparate

1) Arch. de physiol. norm. et pathol. 1872. p. 204 et suiv.

in Action zu bringen, bewirkt Strychnin eine so grosse Erregbarkeit dieser Apparate, dass bei normaler Athmung diese auf die geringsten sensiblen Eindrücke reflectorisch in die allerenergischste Thätigkeit versetzt werden; nimmt man nun durch künstliche Respiration den Reiz des physiologischen relativen Sauerstoffmangels im normalen Blute fort, so müssen offenbar grössere Dosen nöthig werden um eben eine Strychninwirkung herbeizuführen, als bei normaler Athmung, und ebenso grössere Dosen um den Tod herbeizuführen. Ausserdem muss es auch dahin gestellt bleiben, ob der übergrosse Gehalt des Blutes an Sauerstoff nicht auch dadurch dem Strychnin entgegenwirkt, dass ein Theil des Giftes durch den Sauerstoff chemisch zerstört wird. Jedenfalls ist es also nach Rosenthal's Erklärung die übernormale Arterialisirung des Blutes durch die energische künstliche Respiration, welche bei kleinen und mittleren Strychningaben den Ausbruch des Tetanus verhindert und bei grösseren Gaben, die ohne künstliche Athmung schon tödtlich gewirkt haben würden, das Leben rettet. Diese Anerkennung, welche in der Wissenschaft die allgemeine geworden ist, sollte nun nach Brown-Séquard aufgegeben und an ihrer Stelle eine andere gesetzt werden, über welche weiter iunten berichtet werden wird.

Ausserdem war die Brown-Séquard'sche Arbeit insofern von grosser Wichtigkeit als sie ein Mittel angab um die verschiedenartigsten Krampfformen (Epilepsie, Strychnin- und Verblutungskrämpfe) sofort zum Stillstand zu bringen. Welche Aussichten eröffnete diese Arbeit dadurch der Therapie! Aber auch der experimentellen Pathologie war Bahn gebrochen; man konnte hoffen dem Geheimnisse des Wesens der Epilepsie näher zu kommen, wenn sich die Brown-Séquard'schen Angaben bestätigten.

Diese Betrachtungen veranlassten mich die Brown-Séquard'schen Versuche zunächst zu wiederholen um dann in der soeben angedeuteten Richtung weiter zu arbeiten. Auch bei dieser Untersuchung wie bei früheren war ich in der glücklichen Lage aus der Besprechung des Gegenstandes mit Hrn.

Professor Munk vielseitige Förderung und Anregung zu erhalten.

Folgendes ist der Inhalt der Brown-Séquard'sche Arbeit.

I. Bei 18 Meerschweinchen, welche Brown-Séquard epileptisch gemacht hatte, fand er, dass der Anfall, welcher durch Reizung der epileptogenen Zone hervorgerufen wurde, in der immensen Mehrzahl der Fälle unmittelbar, und fast unmittelbar in den anderen Fällen angehalten wird unter dem Einflusse einer Reizung der Schleimhaut des hinteren Abschnittes des Mundes (vielleicht auch besonders oder einzig und allein der Larynxschleimhaut) durch einen Kohlensäurestrom. Damit der Erfolg dieses Experiments eintrete, muss der Strom so stark sein, dass der Experimentator ihn in seiner Nase kaum ertragen kann. (Avec assez de force pour que l'expérimentateur puisse à peine le supporter lorsqu'il le fait arriver contre sa muqueuse nasale.) Ausserdem muss die den Kohlensäurestrom zuführende Canüle tief genug in den Mund des Thieres eingebracht sein und und zwar über die Mitte zwischen Lippen und Zungenwurzel hinaus. Die Einführung des Gases in die Nase hält den Anfall nicht an. Beim Menschen, vermuthet Brown-Séquard, würde es wahrscheinlich anders sein, da die Nasenschleimhaut durch die CO_2 viel energischer gereizt wird als die Mund- und Rachenschleimhaut. Bei solchen Meerschweinchen, welche auf einmalige Reizung der epileptogenen Zone mit mehreren auf einander folgenden Anfällen zu antworten pflegten, genügte zuweilen die einmalige coupirende Application der CO_2 um auch die späteren Anfälle aufzuheben, jedenfalls gelang es aber stets den einzelnen Anfall durch die angeführte Procedur abzuschneiden.

II. Brown-Séquard bestätigt zwar die Rosenthal'sche Angabe, dass die künstliche Respiration die Strychninwirkung aufzuheben vermag, verwirft aber die Erklärung Rosenthal's. Nicht die „suroxygénation“ des Blutes ist die Ursache davon, sondern die mechanische Reizung der Ausbreitung der Vagi in den Bronchien und des Phrenicus und „anderer Nerven“ in dem Zwerchfelle. Nach Brown-Séquard würde die mecha-

nische Reizung hervorgebracht durch die gewaltsame Eintreibung der Luft. Die quere Durchschneidung des Rückenmarks oberhalb des Ursprungs des Phrenicus und selbst unterhalb desselben, oder auch die Durchschneidung der Vagi machen das Auftreten der Apnoe unmöglich. (Also doch auch die Einwirkung der künstlichen Athmung, resp. der Apnoe auf die Strychninkrämpfe; Brown-Séquard hat dies auszusprechen offenbar nur vergessen; denn wenn jene Einwirkung fortbestände, so wäre seine Schlussfolgerung unmöglich).

Ersetzt man den mechanischen Reiz der eingeblasenen Luft durch den bereits erwähnten Kohlensäurestrom in der Weise, dass man einem Kaninchen die Trachea quer durchschneidet, in das untere Ende eine Canüle einführt durch welche es athmen kann und dann in das obere Ende den Gasstrom eintreibt, so steht die Athmung wie bei künstlicher Athmung still; und ist das Thier mit Strychnin vergiftet, so hört der Krampf auf. Man sieht, sagt Brown-Séquard, die Reizung der Larynxschleimhaut hemmt den Strychninkrampf.

III. Bei Tauben und einer Ente hemmte ein CO_2 - Strom, der so stark war, dass ihn der Experimentator in seiner Nase kaum ertragen konnte, mit einem Schlage (d'emblée) die Convulsionen, welche die Durchschneidung der grossen Halsgefässe verursachte, wenn der Vagus nicht verletzt war. Die Einleitung des Gases fand unterhalb des oberen Larynx gegen die Bronchialverzweigungen hin statt.

Aus diesen drei Untersuchungen, sagt Brown-Séquard, geht hervor dass die CO_2 ein mächtiger Reiz für die Ausbreitungen des Vagus und vielleicht auch anderer Nerven im hinteren Abschnitte des Mundes, des Larynx und der Bronchien ist, und durch die Reizung dieser Nerven die Thätigkeit der motorischen Centren zu hemmen vermag, welche bei dem epileptischen Anfall, bei der Strychninvergiftung oder bei grossen plötzlichen Blutverlusten in Thätigkeit versetzt sind.

Eigene Versuche über Apnoe.

Bereits von Rosenthal[1]) liegt ein Versuch vor, in welchem das Rückenmark und beide Vagi durchschnitten waren und Apnoe erzielt wurde. Allerdings handelt es sich hierbei nur um einen einzigen Versuch, der übrigens zu ganz anderen Zwecken angestellt war (es waren möglichst alle zum Athmungscentrum tretenden centripetal leitenden Nerven durchschnitten um zu zeigen, dass der Eintritt der Athembewegungen nicht reflectorisch ausgelöst werde). Da aber Brown-Séquard angiebt er habe dies Experiment methodisch gemacht und niemals Apnoe bekommen, so musste die Rosenthal'sche Angabe zweifelhaft werden und es wurde eine Versuchsreihe zunächst nach dieser Richtung hin nothwendig.

Die Versuche Brown-Séquard's mit Durchschneidung des Rückenmarks können, selbst wenn es wirklich stets unmöglich wäre, nach dieser Verletzung Apnoe hervorzubringen, doch nichts gegen Rosenthal's Auffassung vom Wesen der Apnoe beweisen. Nach der angeführten Operation entwickelt sioh eine so colossale Circulationsstörung, dass eine so reichliche Zufuhr übermässig arterialisirten Blutes zum Athmungscentrum selbstverständlich trotz der energischsten künstlichen Athmung nur schwierig zu erzielen sein kann. Die Circulationsstörung ist abhängig einmal von dem bei der Operation stets stattfindenden bedeutenden Blutverluste, sodann aber namentlich von der allgemeinen Gefässlähmung, welche im Gefolge hoher Rückenmarksdurchschneidung auftritt. Ich habe diesen Versuch nur einige Male gemacht. Ein Mal gelang es mir aber doch trotz hoher Halsmarkdurchschneidung (in der Höhe des zweiten Halswirbels) Apnoe zu erzielen, während in den übrigen Fällen es unmöglich war, in denen aber auch bedeutende Blutung und eine enorme Abnahme der Spannung in den Arterien sich zeigte. Besser kam ich zum Ziele, wenn ich die Trennung des Marks durch Umschnürung mit einem festen Bindfaden bewirkte; dies gelingt bei grossen, ausgewachsenen

1) Studien über Athembewegungen. Zweiter Artikel. Dies Arch. 1865 S. 201.

Kaninchen nicht, wohl aber bei jungen und mittelgrossen. Die Umschnürung machte ich in der Weise, dass ich unter Carotis, Vagus, Sympathicus der einen Seite, unter Trachea resp. Oesophagus, und dann unter Carotis, Vagus und Sympathicus der anderen Seite den Bindfaden durchführte und nun nach hinten den Faden einfach zuschlang und die Schlingen mit möglichster Kraft allmählich zuzog; nach einigen sehr heftigen Bewegungen, die zuerst zweckmässig (abwehrend) sind (so lange nämlich das Rückenmark noch nicht ganz durchquetscht ist), sodann aber aus klonischen Krämpfen bestehen, liegt das Thier willenlos da, die Reflexerregbarkeit ist exquisit im Rumpfe und den Extremitäten vorhanden; die spätere Section weist nach, dass zwei Wirbel vollständig auseinander gedrängt sind und dass die Medulla spinalis eine Schnürfurche zeigt, oberhalb und unterhalb welcher das Mark zu einem Brei zerquetscht ist; dass auch bei dieser Procedur die Blutung innerhalb der strangulirten Theile meistens recht erheblich ist, versteht sich von selbst; und da auch nach dieser Operation die Spannung des Arteriensystems enorm sinkt und auf diese Weise eine bedeutende Herabsetzung der Blutcirculation im Athmungscentrum herbeigeführt wird, so wird es nicht Wunder nehmen, wenn ich auch hier nur selten und für kurze Zeit Apnoe erhielt oder bei hoher Rückenmarksverletzung, oberhalb des Phrenicusabganges, die respiratorischen Mitbewegungen an der Nase zum Stillstand brachte. Immerhin ist es aber doch einige Male gelungen und soweit ist Brown-Séquard's Beweisführung schon dadurch erschüttert, während die negativen Ergebnisse in meinen Versuchen durch die Circulationsstörung erklärt sind.

Die Frage, ob trotz durchschnittener Vagi Apnoe erzielt werden kann, hat mir das Experiment bejaht. Allerdings ist der Eintritt der Apnoe etwas erschwert; man muss ein wenig häufiger und etwas energischer die Lufteinblasungen machen um eine gleiche Apnoe wie bei intacten Vagis zu erhalten. Diese Abweichung ist aber leicht verständlich: In Folge der Durchschneidung beider Vagi steigt die Frequenz des Herzschlages und der Blutdruck enorm an; hierdurch wird die Geschwindigkeit des Blutstromes in den Lungencapillaren bedeutend vermehrt, und es

hat daher das einzelne Bluttheilchen weniger Zeit zur Arterialisirung, als in dem Thiere mit intacten Vagis; so kreist denn auch im Athemcentrum ein minder arterialisirtes Blut in schnellerem Strome und deshalb wird jetzt bei einem Modus der künstlichen Respiration noch keine Apnoe auftreten, bei welchem sie eben schon zu erzielen gewesen wäre, wenn die Vagi noch intact wären. Seit wir übrigens durch Schiff[1]) wissen, dass die Reizung des peripherischen Vagusendes Contraction der Alveolen selbst herbeiführt, wird man auch erwägen müssen, ob nicht die Vagusdurchschneidung die Elasticitätsverhältnisse in einer Weise verändert, welche von Einfluss auf den Erfolg der künstlichen Athmung sein muss. Wie dem aber auch sei, jedenfalls kann Apnoe trotz durchschnittener Vagi hervorgebracht werden und folglich kann bei der künstlichen Athmung es nicht die mechanische Reizung der Vagusausbreitungen sein, welche das Aussetzen der Athmungsbewegungen verursacht.

Ich gebe hier zur Illustrirung des Einflusses der Vagusdurchschneidung auf das Eintreten der Apnoe die Protocolle von zwei Versuchen in denen gelinde Einblasungen in gleichmässigen Intervallen und nur kurze Perioden hindurch stattfanden; es wurde dann die Dauer der Apnoe genau gemessen und sofort beim ersten spontanen Athemzuge mit der künstlichen Respiration fortgefahren:

Vers. I. 18. 12. 72. Mittelgrosses Kaninchen. 66 Respirationen in der Min. Vagi freigelegt und ein Faden unter jedem hinweggeführt, um sie zum Durchschneiden sofort aufheben zu können. Tracheotomie u. s w. künstliche Respiration 100 in der Min. (nach einem Metronom).

Dauer der Respiration (in Minuten)	Darauf folgende Apnoe (in Secunden)
2	30
1/2	18
1	20
1/2	17
1	22

1) Pflüger's Arch. IV. S. 232.

Linker Vagus durchschnitten

(in Minuten)	(in Secunden)
2	10
1/2	14
1	18
1/2	14—15
1	17
1/2	16
Rechter Vagus ebenfalls durchschnitten:	
2	13
1/2	11
1	15
1/2	12
1	18
1/2	10
1/2	8
1	15
1/2	11
1/2	12
1	20 (?)
1/2	13
1	15
1/2	13
1	16

2. Vers. 12. 1. 73. Ziemlich grosser Kaninchenbock. 72 spontane Respir. in der Minute. Vagi blosgelegt; ein Faden wird unter sie geführt: Tracheotomie u. s. w. Künstliche Athmung.

Dauer der Perioden mit künstl. Athm. jedesmal 1 Minute = 100 Einblasungen.

Dauer der Apnoe nach je einer Minute künstl. Athm. in Secunden: 7, 8½, 8, 9, 8, 8, 9, 9.

Linker Vagus durchschnitten. Dauer der Apnoe unter gleichen Verhältnissen: 6½, 7, 9, 8, 10, 9, 12, 8½ Sec.

Rechter Vagus ebenfalls durchschnitten. (Unruhe des Thieres.)

Nach 1 Min. künstl. Athm. (grosse Unruhe): Keine Apnoe.

Nach ferner 1 Min. künstl. Athm. (grosse Unruhe): Keine Apnoe.

Nach ferner 1 Min. künstl. Athm. (ruhig): Keine Apnoe.

Nach ferner je eine Minute dauernden Respirationsperioden dauert die Apnoe (in Sec.): 0, 3, 4, 5, 7, 9, 9, 8, 8.

Zieht man bei Betrachtung vorstehender Versuche noch in Betracht, dass am unversehrten Thiere mit der Dauer des Versuchs die Dauer der einzelnen Apnoestadien nach gleichen Respirationsperioden wächst, so wird man erkennen, wie nach Durchschneidung der Vagi die Apnoe etwas schwerer zu erreichen ist und weniger anhält. Nimmt man energischere Einblasungen und Perioden von längerer Dauer als in obigen Versuchen, so erhält man bei genügend grosser Zahl von Versuchen für die Zeit vor und nach der Vagusdurchschneidung zwar eine beweisende Erfahrung, aber die Dauer der Apnoe schwankt dann überhaupt auch bei den gleichen Versuchsbedingungen, d. h. vor der Durchschneidung sowohl, als auch nachher, so bedeutend, dass sich derartige Versuche zur Veranschaulichung der in Rede stehenden Verhältnisse für kurze Berichterstattung nicht eignen. Uebrigens sind die beiden mitgetheilten Versuche besonders glückliche. Meistens gelingt es nicht bei denjenigen gelinden Einblasungen nach der Durchschneidung der Vagi Apnoe zu erzeugen, bei denen es vor der Operation gelang, sondern manmuss sie verstärken. Aber jedenfalls ist es schliesslich möglich, trotz durchschnittener Vagi die Apnoe hervorzurufen.

Ist die künstliche Athmung (Apnoe) auch bei durchschnittenen Vagis im Stande die Strychnin-Krämpfe hintanzuhalten?

Wenn nun auch die Apnoe nicht mehr auf die mechanische Reizung (Zerrung) der Vagusausbreitungen durch die eingeblasene Luft bezogen werden kann, so fragte es sich doch immer noch, ob nicht vielleicht die Hemmung der Strychnin-

krämpfe, welche durch energische künstliche Athmung (Apnoe) erreicht werden kann, auf diese reflectorische Weise zu Stande komme. Nach meinen Versuchen muss ich auch dies verneinen. Wenn man an zwei gleichen Kaninchen die Vagi durchschneidet, an beiden die Tracheotomie macht, an dem einen die künstliche Athmung einleitet, während das andere spontan athmet, und wenn man dann beiden eine gleiche Dosis Strychnin subcutan einspritzt, so sitzt ausnahmslos das Kaninchen mit künstlicher Respiration noch ruhig da, während das andere längst den exquisitesten Tetanus hat, und bei grossen Dosen ist das erstere noch frei von Krämpfen, während letzteres schon zu Grunde gegangen ist. Dasselbe lässt sich ebenso ausnahmslos sogar beobachten, wenn dem freiathmenden Kaninchen die Vagi nicht durchschnitten sind. Bei kleinen, am Control-Thiere eben wirksamen Dosen gelingt es durch künstliche Respiration das Thier trotz durchschnittener Vagi ganz frei von Krämpfen zu erhalten, wenn man die künstliche Athmung 2—3 Stunden fortsetzt, entsprechend der Angabe von Rosenthal und Leube[1]). Demnach ist es nicht ein centripetaler in den Vagis verlaufender Erregungsvorgang, welcher reflectorisch die Hemmung der Strychninkrämpfe bewirkt, und wir müssen vorläufig bei der Rosenthal-Leube'schen Auffassung von dem Wesen dieses Hemmungsprocesses stehen bleiben.

19. I. 73. Vers. Zwei sehr grosse und kräftige Kaninchen. Tracheotomie an beiden gemacht und Canüle eingeführt; beiden die beiden Vagi durchschnitten. Bei dem einen Kaninchen (A) künstliche Athmung. Beiden Kaninchen (erst A, dann B) 0,0018 Strychn. nitr. unter die Rückenhaut gespritzt. (10 Uhr 22 Min.)

10 Uhr 48 Min. Kaninchen B hat exquisiten Tetanus. Kan. A ganz ruhig. Sehr energische Herzaction.

10 „ 58 „ Kan. B nach fast continuirlichem Tetanus todt. Kan. A ruhig, die Herzaction wird schwächer (für die zufühlende Hand).

---

1) Dieses Archiv. 1867. S. 629.

11 Uhr 15 Min. Kan. A ruhig, Herzaction wie vorher.
11 „ 37 „ Keine Apnoe (es athmet spontan) aber ruhig; schwächere Herzaction.
11 „ 43 „ Ebenso.
11 „ 45 „ Tetanus von $^1/_2$ Min.
11 „ 47 „ noch ein exquisiter Tetanus von etwa $^1/_2$ Min.
11 „ 48 „ ruhig, sitzt wieder aufrecht.
12 „ — „ ganz wohl.
12 „ 30 „ ebenso. Aufhören der künstl. Resp., das Thier läuft umher. Kein neuer Tetanus mehr.
2 „ — „ Es hat sich kein neuer Tetanus gezeigt.

Das Thier lebte noch 36 Stunden.

18. Dez. 72. Vers. Zwei unter mittelgrosse, gleiche Kaninchen (A und B). Kan. A beide Vagi durchschnitten. Tracheotomie etc. Künstl. Athmung.

10 Uhr — Min. Subcut. Inject. von 0,00135 Strychn. nitr. bei Kan. A.
10 „ 15 „ Gelinder (krampfhafter) Stoss.
10 „ 23 „ 15 Secunden dauernder Tetanus; Herzschlag für die zufühlende Hand sehr schnell, aber schwächer werdend.
10 „ 29 „ Exquisiter Tetanus während 2 Min.
10 „ 32 „ Leichter Tetanus währ. $^1/_4$ Min.
10 „ 35 „ Einzelne Stösse fortwährend.
10 „ 43 „ Charakteristischer Tetanus bis $^1/_2$ Min. Nach Ablauf desselben Herz freigelegt in sehr häufiger Action aber nicht vollständige Systolen zeigend. Keine Apnoe mehr; durch sehr energische Einblasungen ist Apnoe zu erzielen.
11 „ 5 „ Todt.

Controllversuch mit Kaninchen B. Tracheotomie gemacht.

11 Uhr 37 Min. Injection von 0,00125 Grm. Strychnin (also 0,0001 Grm. weniger als A.)
11 „ 44 „ Exquisiter Tetanus. Durch nunmehr eingeleitete künstl. Resp. (bei intacten Vagis) wird das Thier schliesslich in Apnoe und zur Ruhe gebracht.

12 Uhr 37 Min. Die künstl. Resp. wird ausgesetzt; nach 10 Secunden eigene Athmung, die immer heftiger wird und dann Tetanus, der bei wieder eingeleiteter künstlicher Respiration zur Ruhe kommt.

1 „ 15 „ Ruft das Aufhören der künstl. Resp. keinen Tetanus mehr hervor.

1 „ 30 „ ganz munter.

Diese Beispiele aus einer grösseren Zahl von stets mit gleichem Erfolge angestellten Versuchen mögen genügen um das Gesagte zu belegen. Ausserdem zeigen diese Versuche, wie auch andere, die ich, um nicht zu ermüden, hier nicht mittheilen will, noch etwas Anderes, was die Erklärung für den Irrthum Brown-Séquard's abgiebt. In dem ersteren der beiden Versuche machte sich schon 26 Min. nach der Injection bei A (10 Min. nachdem sein Leidensgefährte den Strychnintetanus zu zeigen begann) eine Erlahmung des Herzens bemerkbar, nachdem dasselbe eine Zeit lang von ungemein heftiger Action gewesen war. Nach weiteren 39 Min. nahm die Herzschwäche (bei grosser Frequenz) zu, die Apnoe liess sich nicht mehr inne halten, das Thier fing an zu athmen und bekam Tetanus, der jedoch nicht in so schwerer Form auftrat, dass das Thier nicht durch die Strychninwirkung hindurchgebracht hätte werden können; es wurde demnach gerettet (d. h. vorläufig, es ging nach 36 Stunden an den Folgen der Vagusdurchschneidung zu Grunde). Der zweite Versuch zeigt, dass grosse Dosen, welche aber an einem Thiere mit intacten Vagis durch künstliche Respiration noch (quoad vitam) unwirksam gemacht werden können, bei Thieren mit durchschnittenen Vagis tödtlich sind, nachdem charakteristische Tetanusanfälle vorangegangen sind, die aber viel später als bei Thieren mit intacten Vagis ohne künstliche Respiration auftreten. Auch hier tritt aber an dem Kaninchen mit durchschnittenen Vagis Tetanus und Tod erst ein, wenn der Herzschlag nach anfänglicher Verstärkung seiner Action schliesslich zu erlahmen beginnt.

Würden wir hier nicht die Controlversuche an Thieren

mit intacten Vagis gemacht haben, so könnten wir glauben, dass die Vagusdurchschneidung die künstliche Athmung illusorisch machte; und solche Fälle ohne die dazu nothwendig gehörenden Parallelversuche muss Brown-Séquard gesehen haben. Indessen ist die Erklärung nicht schwer zu finden, warum bei grösseren Gaben Strychnin, (d. h. bei solchen, die an Kaninchen mit intacten Vagis durch künstliche Athmung unwirksam gemacht werden können), ein Kaninchen mit durchschnittenen Vagis trotz künstlicher Athmung Tetanus bekommt, resp. zu Grunde geht. Die obigen Versuchsprotokolle geben an, dass das Herz nach Vagusdurchschneidung und subcutaner Strychnininjection zuerst auffallend energisch (und selbstverständlich häufig) arbeitet und dann nach und nach ermüdet und erlahmt. Offenbar ist dies so zu erklären. Das von den Vagusfesseln befreite Herz arbeitet schon mehr als der Restitutionsprocess wieder gut machen kann; in Folge des Strychnins steigt der durch die Vagusdurchschneidung bereits gesteigerte Blutdruck enorm an, wie S. Mayer[1]) gezeigt hat; in Folge dessen wachsen die Ansprüche, die an das Herz gestellt werden; wahrscheinlich reizt Strychnin auch das musculomotorische Herznervensystem direct: Alles dies treibt das Herz zuerst zu einer enorm heftigen Arbeit an, die schliesslich, d. h. je nach dem in ca. einer Stunde zur Erschöpfung des Herzens führt. Mit der zufühlenden Hand kann man die Energie der Herzarbeit bei einem Kaninchen sehr gut verfolgen. Dass ich auch das blosgelegte Herz beobachtet habe (bei künstlicher Athmung), ist aus dem letzten Doppelversuch oben zu ersehen. Erst wenn man die Herzschläge schwächer werden fühlt, oder sie sich kaum noch wahrnehmen lassen, bricht der Tetanus aus. Wenn aber das Stadium gekommen ist, in welchem das Herz zu erlahmen beginnt, so tritt selbstverständlich eine erhebliche Circulationsstörung ein. Trotz häufiger und energischer Einblasungen kann dann nur wenig Blut zum Athmungscentrum gelangen; die Blutzufuhr genügt nicht, um den Reiz zur Athmung fortzunehmen, d. h. um Apnoe zu er-

1) Sitzungsber. d. Wien. Ak. LXIV. Abth. II. S. 657 flgg.

zeugen und um in den motorischen Centren jenen schwer erregbaren, der Apnoe des Athmungscentrums entsprechenden Zustand hervorzurufen. Daher athmet das Thier zunächst trotz der Einblasungen (s. oben das Versuchsprotokoll) und bekommt später Tetanus und geht schliesslich an Herzlähmung zu Grunde.

Nach Abschluss der vorliegenden Arbeit erschien eine Mittheilung von Rossbach[1]), in welcher er entschieden in Abrede stellt, dass überhaupt die künstliche Athmung von irgend einem Einfluss auf Strychninkrämpfe sei. Er führt Zahlen an für die wirksamen und die tödtlichen Strychnindosen bei Kaninchen von bestimmtem Gewichte und versichert, dass hieran die Einleitung der künstlichen Respiration nichts ändert. Wie aus dem Vorstehenden leicht ersichtlich, muss ich dieser Behauptung Rossbach's durchaus widersprechen. Wenn ich meine Vermuthungen äussern darf, wie Rossbach zu seiner Meinung gekommen sein kann, so möchte ich es für das Wahrscheinlichste halten, dass er entweder die Einblasungen nicht stark genug gemacht (allerdings führt er an, er habe Apnoe erreicht), oder, was mir am wahrscheinlichsten ist, dass er nicht geeignete Paare von gleichen Thieren, d. h. von Thieren gleichen Wurfs in Parallelversuchen benutzt hat. Die einfache Wägung der Versuchsthiere und danach erfolgende Dosirung des Giftes genügt nicht. Zwei gleich schwere Kaninchen verschiedener Racen reagiren auf dieselbe Strychnindosis sehr verschieden, während Thiere gleicher Race, oder noch besser gleichen Wurfs und Gewichts und Ernährungszustandes, sich darin so gut wie gleich verhalten. Hat man aber ein solches Paar von gleichen Thieren mit kleinen, für diese Race und Grösse ausprobirten Dosen vergiftet, und behandelt man das eine Kaninchen mit künstlicher Athmung, das andere (dem auch die Tracheotomie gemacht ist) aber nicht, so wird man unzweifelhaft den Einfluss der künstlichen Respiration sehen. Um die lebensrettende Wirkung derselben zu sehen, darf man dann natürlich nicht zu

1) Ueber den Einfluss der künstlichen Respiration auf Strychninvergiftung. Centralbl. f. d. med. W. 1873. No. 24.

grosse Giftgaben wählen, denen gegenüber die künstliche Respiration allerdings machtlos ist; es genügt oft, die eben krampfbewirkende Dose um $^1/_{10}$—$^1/_5$ zu steigern, um den Tod herbeizuführen. Aber bei eben tödtlichen Dosen ist die künstliche Athmung unzweifelhaft lebensrettend, wie man sich (selbstverständlich stets in Parallelversuchen) überzeugen kann.

Ueber das Einleiten von CO_2 in das obere Trachealstück und die Wirkung dieses Eingriffes beim unvergifteten und beim strychninvergifteten Kaninchen und bei verblutenden Tauben und Kaninchen.

Von seiner Auffassung ausgehend, dass die Apnoe eine reflectorische Hemmung der Thätigkeit des Athmungscentrum sei, herbeigeführt durch die mechanische Zerrung (eine Auffassung, die, wie ich gezeigt habe, durchaus unzulässig ist), versuchte Brown-Séquard diese mechanische Reizung durch eine chemische zu ersetzen, und suchte die Vagusausbreitungen der Luftröhren- und Kehlkopfschleimhaut mittels eines energischen Kohlensäurestroms zu erregen. Er beobachtete dabei, wie bereits berichtet, ein Aufhören der Athmung Brown-Séquard scheint keine Kenntniss von der Kratschmer'schen Arbeit gehabt zu haben, welche sich mit diesem Gegenstande ebenfalls beschäftigt und bereits in der Mitte des Jahres 1870 erschien[1]). Kratschmer giebt an, dass in das obere Trachealende eingetriebene Kohlensäure, Chloroformdampf, Tabaksrauch u. d. m. Athmungsstillstand in Exspirationsstellung hervorruft, dass diese Wirkung aber nicht abhänge von der Reizung der Schleimhaut der Trachea, des Larynx und des Rachens, sondern nur von der Erregung der Trigeminusendigungen in der Nasenschleimhaut. Dieser Vorgang ist nach Kratschmer eine wahre Reflexhemmung: Durchschneidung des Trigeminus verhindert sein Auftreten. Im Gegensatz zu diesem Autor sagt nun Brown-Séquard in seiner fast zwei Jahre später als die Kratschmer'sche Arbeit erschienenen Notiz, dass dieser Ath-

1) Ueber Reflexe von der Nasenschleimhaut auf Athmung und Kreislauf. Sitzungsber. d. math.-naturw. Cl. d. kais. Akademie d. W. 62 Bd. II. Abth. 16. Sitzung (17. Juni 1870.)

mungsstillstand von der Reizung der Larynxschleimhaut aus zu Stande kommt. Unter diesen Umständen nahm ich Veranlassung diesen Punkt selbst experimentell zu controliren; und ich bin jetzt in der Lage die Angaben Kratschmer's vollständig zu bestätigen. Wenn ich die CO_2 vom Schlundkopf her in die Nasenhöhle eintrieb, so erfolgte stets der Athmungsstillstand. Sorgte ich durch geeignete, gleich zu erwähnende Operationsverfahren dafür, dass nur Trachea- und Larynxschleimhaut getroffen wurden, so trat nur die bereits von Kratschmer beschriebene unruhige und heftige Athmung auf, über welche er weitere Mittheilungen versprochen hat, aber nie Athmungsstillstand. Ich habe um diesen Abschluss der CO_2 von der Nasenschleimhaut zu erreichen mich einiger anderer Verfahren als Kratschmer bedient. Bei einigen Versuchen machte ich die Pharyngotomia subhyoidea und legte auf die hierbei zu Gesicht kommende Glottis einen festen Wattetampon; dann wurde die Cartilago thyreoidea in ihrer Mitte in der Längsrichtung gespalten. Dieser Spalt wurde erstens zum Entweichen der von unten her eingetriebenen CO_2 benutzt und ausserdem wurden Fäden von dem auf den Stimmbändern liegenden Tampon her auch durch die Stimmritze und dann durch den Spalt in der Cart. thyr. hindurchgezogen und durch Anziehen dieser Fäden der Glottisverschluss so gut wie lufdicht gemacht. In anderen Versuchen ist es mir ohne diese immerhin das Experiment complicirenden und trübenden schweren Eingriffe, welche ausserdem auch die obere Fläche der Stimmbänder dem Versuche entziehen, gelungen den Nachweis zu führen, dass die Kohlensäure nur durch Passiren der Nasenhöhle die Athmung zum Stillstande bringt. Wenn man bei weit geöffnetem Munde des Kaninchens die CO_2 in das obere Trachealstück eintreibt und während dessen mit einem Stäbchen, das wie ein Schlundstösser an der Spitze mit einem Tampon oder Schwammstück armirt ist, das Gaumensegel gegen die Schlundwand andrückt und so den Zugang zur Nase absperrt, so erfolgt kein Athmungstillstand; entfernt man dann das Stäbchen und schliesst den Mund des Kaninchens, so dass

die CO_2 die Nasenhöhle passiren muss, so hält das Thier sofort mit der Athmung inne.

Also auch hier ist es nichts mit der „Apnoe“ durch Reizung von Nervenausbreitungen, welche vom Vagus abstammen. Aber ist denn dieser Athmungsstillstand bei CO_2 - Einleitung, der hier allerdings eine echte Reflexhemmung ist, irgendwie mit der Apnoe zu vergleichen? Ich habe oben gezeigt, wie alle bisher vorliegenden, sicher constatirten Thatsachen uns zwingen bei der Rosenthal'schen Auffassung von der Apnoe zu verharren, nach welcher die Apnoe mit einer Reflexhemmung gar nichts zu thun hat: das apnoische Thier macht keine Athembewegungen, weil der Reiz dazu fehlt, nicht aber weil ein anderer centripetal fortgepflanzter Reiz hemmend einwirkt. Der Athmungsstillstand bei CO_2-Einleitung ist überdies ein vorübergehender, während man durch künstliche Athmung die Athembewegungen des Thieres auf beliebig lange Zeiten verschwinden lassen kann; kurz die Identificirung dieser Vorgänge ist in keiner Weise zu rechtfertigen.

Es handelt sich jetzt darum, ob, wie Brown-Séquard angiebt, bei einem mit Strychnin vergifteten Kaninchen durch dieses Einleiten von Kohlensäure in das obere Trachealende, gleichviel welches der Angriffspunkt für seine Einwirkung ist, in der That der Strychnintetanus gehemmt werden kann.

Ich habe meine Versuche ganz nach der Angabe des französischen Autors angestellt, es ist mir nicht geglückt einen Einfluss jener Procedur auf den Strychninkrampf zu erkennen. Schon oben habe ich darauf hingewiesen, wie wichtig es bei dergleichen Versuchen ist, Parallelversuche gleichzeitig anzustellen; zwischen dem Strychnintetanus eines (tracheotomirten, aber) nicht mit CO_2-Reiz behandelten, und dem Tetanus eines gleichgrossen, mit gleicher Dosis vergifteten Thieres bei Einwirkung der CO_2, ist es mir nicht gelungen, gleichviel, ob es sich um kleine oder grosse Giftmengen handelte, einen nennenswerthen Unterschied zu constatiren. Ich variirte die Intensität des CO_2-Stroms, da hierin der Grund für die Unwirksamkeit meines Verfahrens gelegen sein konnte. Ich habe Ströme genommen, welche in die Nase eingeführt bei mir und Anderen

eben nur wahrgenommen wurden, bis zu solchen Gasströmen, welche Jeden bei Einführung in die Nase sofort entsetzt zurückprallen liessen und schlechterdings unerträglich waren: es liess sich eine Hemmung eines wenn auch noch so gelinden Strychnintetanus durchaus nicht beobachten. An diesem negativen Resultate wird nichts geändert, wenn man den Mund des Thieres so fest schliesst, dass alle CO_2 durch die Nasenhöhle entweichen muss, oder wenn man die Nasenhöhle auf eine der oben angegebenen Methoden für die CO_2 absperrt. Was Brown-Séquard zum Erfolge bei seinen Versuchen verholfen haben mag, bin ich ausser Stande zu sagen. Allerdings ist eine Quelle des Irrthums vorhanden, welche eine derartige coupirende Wirkung des CO_2-Reizes vortäuschen kann, wenn man nicht gleichzeitig einen Parallelversuch ohne jenen Reiz anstellt. Nimmt man sehr kleine Strychningaben, so erfolgt kein charakteristischer, mehr als wenige Secunden dauernder Tetanus, sondern nur kurzdauernde Stösse und Anfälle. Leitet man dann irgend ein Verfahren sofort beim Beginn eines jeden Anfalls ein, so kann das baldige Aufhören desselben im Beobachter den Irrthum hervorrufen, als habe sein Eingriff den Tetanus coupirt; indessen kann man sich vor diesem Fehler leicht schützen, indem man Parallelversuche anstellt; in solchem Falle hat das Controlthier auch keinen exquisiten Strychnintetanus.

Nach dem Gesagten muss ich die Brown-Séquard'sche Beobachtung über die Hemmung der Strychninkrämpfe durch Reizung von Schleimhäuten mittelst eines CO_2-Stromes (so will ich mich, abweichend von dem Brown-Séquard'schen Wortlaute ausdrücken, um die falsche Localisation dieses Autors zu umgehen) entschieden in Abrede stellen.

Desgleichen habe ich eine auf die von Brown-Séquard angebene Weise herbeizuführende Hemmung der Verlutungs-Krämpfe weder bei Tauben noch bei Kaninchen erkennen können. Letzteren wurde bei querdurchschnittener Trachea, während sie durch eine im unteren Stücke der Luftröhre befindliche Canüle athmeten, in das obere Stück der CO_2-Strom eingeführt; bei den Tauben wurde nach der Vorschrift Brown-

Séquard's vorgegangen und gegen die Bronchialverzweigung hin das Gas eingeleitet; dieses Verfahren ist eigentlich sehr unpraktisch, da die CO_2 keinen Ausweg hat und daher der Strom entweder aufhört und die Lungensäcke nur einfach mit CO_2 aufgebläht werden, oder man gezwungen ist, die zuleitende Canüle nicht luftdicht in die Trachea einzufügen, so dass CO_2 seitlich entweichen kann. Auch die Modification, welche ich anwandte, nämlich Einstiche in die Lunge zu machen, durch welche das Gas entweichen könnte, gab mir nur ein negatives Resultat.

Ueber die vermeintliche Hemmung der epileptiformen Krämpfe der Meerschweinchen.

Ob der epileptiforme Krampfanfall, der nach Brown-Séquard's Methode (Durchschneidung des Ischiadicus der einen Seite, oder halbseitige oder vollständige Durchschneidung des Rückenmarks) oder nach Westphal[1]) (mittelst eines Hammerschlages auf den Kopf) behandelten Meerschweinchen gehemmt oder verhindert werden könne, ist bereits in der Mitte des Jahres 1871 Gegenstand einer Discussion in der Berliner Medizinischen Gesellschaft[2]) gewesen. Westphal theilte hierbei mit, dass er Narcotica fruchtlos angewandt habe; ebenso habe sich die künstliche Respiration als wirkungslos diesen Krämpfen gegenüber herausgestellt.

Letztere Beobachtung kann ich bestätigen: ein vollkommen apnoisch gemachtes epileptisches Meerschweinchen bekommt auf Kneifen der epileptogenen Zone (Haut der Wange und Schulter: bei Westphal's Methode beiderseits, bei Brown-Séquard's Methode auf der Seite, auf welcher operirt worden ist, [sehr selten beiderseits bei einseitiger Operation]) die charakteristischsten Krämpfe

Die Application eines Kohlensäure-Stromes in der von Brown-Séquard angegebenen Weise (tiefes Einführen der Auströmungscanüle in den Mund des Thieres) gab mir schlech-

1) Verhandl. d. Berl. med. Gesellsch. 1869 - 71. I. Theil S. 273.
2) Ebenda. II. Theil S. 167.

terdings kein positives Resultat. Ein sofortiges Aufhören ist durchaus nicht zu constatiren. Da die Anfälle überhaupt nur kurze Zeit im Allgemeinen dauern, d. h. 1/4 bis höchstens 1 Minute, und sehr häufig, auch wenn kein Eingriff erfolgt, in der Weise enden, dass das Meerschweinchen plötzlich mitten aus dem Krampfe und aus der Rückenlage heraus in die aufrechte normale Lage schnellt, ohne dass nur noch die geringste Zuckung folgt, so ist es klar, dass Täuschungen leicht vorkommen können, besonders wenn man geneigt ist, an seine Therapie zu glauben. Das Brown-Séquard'sche Verfahren hat auch einen wesentlichen Fehler darin, dass man nicht im Momente des Beginns der Krämpfe sofort den CO_2-Strom gegen die hintere Pharynxwand leiten kann; würde man dies können, so wäre die Controle über die Wirksamkeit oder Unwirksamkeit leicht. Da man aber mit diesem Eingriffe immer erst vorgehen kann, wenn der Anfall schon mehrere Secunden gedauert hat, so weiss man nie, ob er nicht auch ohne den Eingriff sein Ende bald gefunden hätte, oder ob er wirklich abgekürzt worden ist. Man kann aber deswegen nicht sofort beim Beginn des Anfalles den CO_2-Strom anwenden, weil das Einführen der Canüle nicht ohne Reizung der epileptogenen Zone zu bewerkstelligen ist. Wo es aber doch gelang, (wenn die epileptogene Zone nicht sehr empfindlich ist und starkes Kneifen zum Hervorrufen des Anfalls nöthig ist) habe ich von einer Hemmung nichts gesehen. Ich habe diesen Versuch so verändert, dass ich dem Meerschweinchen, wie es oben für das mit Strychnin vergiftete Kaninchen beschrieben ist, die CO_2 in das obere Ende der querdurchschnittenen Trachea eintrieb: hierdurch war ich in den Stand gesetzt, zu jeder beliebigen Zeit unabhängig von der CO_2-Einleitung den Anfall hervorzurufen und nach Belieben vor, im Beginn und während des Anfalls die CO_2-Einführung vorzunehmen.

Diese Versuche mussten offenbar die Entscheidung geben können. Sie fielen aber bei den verschiedensten Intensitätsgraden der CO_2-Zuleitung stets negativ aus. Demnach muss ich in Abrede stellen, dass durch Reizung der Schleimhaut der Trachea, des Larynx, des Pharynx oder der Nasenhöhle ver-

mittelst eines CO_2-Stromes, gleichviel welcher Intensität, eine Hemmung des epileptiformen Anfalls der Meerschweinchen bewirkt werden könne.

Bei dieser Gelegenheit will ich auch anführen, dass äusserst schmerzhafte Hautreize, z. B. Reizung der Sohle mit starken Inductionsfunken, ohne Einfluss auf das Eintreten oder den Verlauf des epileptischen Anfalls der Meerschweinchen ist.

Beim epileptischen Anfall des Menschen schreibt ein alter Volksgebrauch vor, die krampfhaft eingeschlagenen Daumen zu strecken. Für den Fall, dass dieser Vorschrift irgendwie Erfahrungswahrheit zu Grunde läge, könnte man sich vorstellen, dass vermittelst der Dehnung des krampfhaft contrahirten Muskels diejenigen Nerven gereizt werden, welche dem Muskelgefühle dienen und dass so vielleicht eine reflectorische Hemmung des allgemeinen Krampfanfalls zu Stande kommen könnte. Dem entsprechend habe ich verschiedene vom Krampfe ergriffene Extremitätenmuskeln beim Meerschweinchen während des Anfalls gedehnt, habe aber keinen Erfolg bemerken können. So gelingt es auch nicht, den Anfall zu coupiren, wenn man das Meerschweinchen durch Festhalten der hinteren Extremitäten verhindert, jene Kratzbewegungen auszuführen, welche regelmässig den epileptiformen Anfall einleiten. Diese negativen Resultate erhält man sowohl am chronisch epileptischen Meerschweinchen, bei welchem der Anfall durch Reizung der epileptogenen Zone hervorgerufen wird, als auch an bisher normalen Meerschweinchen, bei denen man, nach Westphal, durch einen Schlag auf den Kopf einen ebensolchen Anfall herbeiführt.

Ueber Trennung der Verdauungsfermente.[1])

Von

Dr. Victor Paschutin.

Mit Taf. X.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass wenn ein Salz in Wasser gelöst wird, dasselbe das Lösungsvermögen des Wassers für andere Salze in verschiedener Weise verändert, und zwar sind in einer solchen Lösung andere Salze, welche gegen das gelöste Salz chemisch indifferent sich verhalten, entweder viel schwerer löslich (manche fast unlöslich) oder ebenso löslich oder leichter löslich als in reinem Wasser.

Diese Thatsache hat mir Veranlassung gegeben, zu untersuchen, ob verschiedene Salzlösungen ähnliche Unterschiede zeigen in ihrem Lösungsvermögen für gewisse nicht krystallisirbare organische Körper, die wir unorganisirte Fermente heissen. War dies der Fall, so war damit die Grundlage für eine Methode an die Hand gegeben, diese Körper, für welche wir noch keine bequem ausführbare Trennungsmethode besitzen, mit Leichtigkeit und Sicherheit von einander zu scheiden. Der Versuch hat in der That ergeben, dass gewisse concentrirte

[1]) Eine vorläufige Mittheilung dieser Arbeit wurde im Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1872. No. 4. veröffentlicht.

Salzlösungen für die Verdauungsfermente ein noch eigenthümlicheres Lösungsvermögen zeigen als es für krystallisirte Körper bekannt ist. Damit soll freilich nicht ausgesprochen sein, dass in beiden Fällen dieselben Kräfte wirken.

Da die Quantität eines Ferments in einer Lösung nur nach der physiologischen Wirkung derselben beurtheilt werden kann, mussten mittelst letzterer auch die Controlversuche ausgeführt werden, ob nämlich die im einzelnen Falle beobachteten Verschiedenheiten in der Wirkung durch den grösseren oder kleineren Fermentgehalt der Lösung verursacht wird, oder ob eine hindernde oder befördernde Einwirkung des Salzes auf den Fermentationsprocess stattfindet. Diese Controle kann sehr leicht ausgeführt werden, wenn man eine wässrige Lösung des Ferments in zwei Theile theilt, von welchen man dem einen das zu prüfende Salz zusetzt, und dann beide auf ihre physiologische Wirkung untersucht.

Fast bei allen meinen Versuchen wurde immer ein frisches Pankreas vom Ochsen, das möglichst während der Verdauungsperiode vom Thiere genommen war, gut zerkleinert und dann gleiche Quantitäten in verschiedene Salzlösungen und in destillirtes Wasser gebracht, so dass ein dicker Brei entstand; nach 6—12 Stunden wurde abfiltrirt, die erhaltenen Lösungen wurden erst vollkommen neutralisirt (durch Essigsäure und Ammoniak) und das Verdauungsvermögen derselben auf Eiweiss, Fett und Amylum untersucht.

Ich habe einigemale das Pankreas erst lange Zeit in Alkohol gelegt und nach Entfernung des Alkohols extrahirt, um durch diese Behandlung die Auflösung von Eiweissstoffen zu vermeiden; aber ungeachtet das Pankreas vier Monate in absolutem Alkohol, der oft gewechselt wurde, gelegen hatte, nahmen doch Wasser, Salzlösungen und Glycerin noch beträchtliche Mengen an Eiweiss auf. Im Gehalt an Ferment zeigten die Lösungen keinen wesentlichen Unterschied von dem Pankreas, welches nicht mit Alkohol behandelt war. In der Folge wurden deshalb die Extracte immer aus frischem Pankreas angefertigt.

Die fermentative Wirkung der Extracte auf Eiweiss wurde in folgender Weise geprüft: Da alle Fermentlösungen schon

Eiweiss enthalten, so wurde von den einzelnen Lösungen, die ich immer bei 0° aufbewahrte, kleine Portionen in Probirröhren genommen und im Wasserbade auf 40° C. erwärmt, nach 20 Min. bis 2 Stunden wurden kleine Proben davon abgenommen und in kochendes Wasser gehalten, zu gleicher Zeit mit Portionen der Extracte, die bei 0° gestanden hatten. Der Unterschied der Coagula in den bei 0° verwahrten und in den erwärmten Lösungen gab den Maassstab für die Schätzung des Fermentgehalts; dieser Unterschied ist bei einigen Salzextracten so gross, dass schon nach 20—30 Minuten alles coagulirbare Eiweiss in der erwärmten Portion verschwunden war, während im Wasserextract nur ein kleiner Unterschied zwischen der erwärmten und der abgekühlten Portion zu bemerken war.[1])

Um die fermentative Wirkung der Wasser- und Salzinfuse des Pankreas auf die Fette zu untersuchen, wurde in folgender Weise verfahren: gleiche Quantitäten der verschiedenen Infuse, welche genau neutralisirt waren, wurden mit kleinen aber unter sich gleichen Quantitäten neutraler Gummilösungen versetzt, sodann mit 1—2 Tropfen einer Mischung von Olivenöl und Fett durch anhaltendes Schütteln innig gemischt und auf 36° erwärmt.

Die Erniedrigung der Temperatur auf 0° hebt die Wirkung des Ferments auf die Fette nicht vollständig auf, wenn dieselbe auch ziemlich verlangsamt wird. Es wurde daher um die Fermentwirkung auf das Fett zu controliren folgendermaassen verfahren: entweder man erwärmte einerseits die Flüssigkeit mit Gummi, andererseits das Oel, oder einerseits das Infus für sich, andererseits die mit dem Oel gemischte Gummilösung und mischte die Flüssigkeiten in dem Momente, wo die vergleichende Reaction angestellt werden sollte, oder endlich das Infus wurde zur Zerstörung des Ferments auf 75° C. erwärmt, hierauf mit der Emulsion versetzt und mit der zu vergleichenden Portion

1) Es muss bemerkt werden, dass der Fäulnissprocess, wie bekannt, in concentrirten Salzlösungen sehr schwach vor sich geht, die fermentative Wirkung bei der Verdauung somit in keine Beziehung zu den Fäulnisserscheinungen gebracht werden kann.

digerirt; es ist einleuchtend, dass in der auf 75° erhitzten Lösung nie eine saure Reaction eintrat.

Einige der Mischungen, die sehr reich an Fettferment waren, zeigten schon nach wenigen Minuten bedeutend saure Reaction, andere dagegen wurden nach vielen Stunden (ca. 12 St.) entweder gar nicht oder nur sehr schwach sauer.

Die diastatische Wirkung der Infuse wurde mittelst Stärkekleisters geprüft und die Umwandlung derselben in Zucker durch Moore'sche und Trommer'sche Reaction verfolgt unter Beobachtung der Vorsichtsmassregeln, die ich schon früher[1]) beschrieben habe.

Ehe ich die Salze zusammenstelle, welche hauptsächlich nur einzelne Fermente aufnehmen, sind die Salzlösungen zu erwähnen, welche alle drei Fermente auflösen (wie reines Wasser) und für die einzelnen Fermente nur ganz geringe Unterschiede im Löslichkeitsvermögen zeigen, so z. B. Chlornatrium, chlorsaures Kali, Borax, unterschwefligsaures Natron, schwefelsaures Natron und schwefelsaures Kali. Im Gegensatze zu diesen stelle ich nachstehend die Salzlösungen zusammen, welche nur für einzelne Fermente ein ausgezeichnetes Lösnngsvermögen besitzen.

Wie aus der Tabelle ersichtlich, wird das Eiweissferment von einer Anzahl von Salzlösungen und zwar viel sicherer ausschliesslich extrahirt als die beiden anderen und namentlich das diastatische Ferment. Das Eiweissferment kann auch durch concentrirte Lösungen verschiedener organischer Säuren z. B. Weinsäure, Oxalsäure getrennt werden; neutralisirt man die filtrirten Pankreasauszüge dieser Säuren, so ist immer nur Eiweissferment in Lösung; ich habe indessen nicht untersucht, ob die beiden anderen Fermente von diesen Säuren überhaupt nicht aufgenommen, oder ob sie von denselben zerstört werden.

Das Fettferment kann hauptsächlich durch doppelkohlensaures Natron isolirt werden; es ist aber, wie bekannt, sehr schwer, Lösungen die Eiweiss enthalten genau zu neutralisiren, da sich

1) Dies Arch. 1871, S. 314.

Die in Lösung gehenden Fermente.	Salzlösungen.	Bemerkungen.
Eiweissferment.	Jodkalium. Arseniksaures Kali Schwefligsaures Natron Seignettesalz	extrahiren das Eiweissferment viel stärker als Wasser; Seignettesalz nimmt auch etwas diastatisches Ferment auf.
	Doppeltkohlensaures Kali Saures schwefelsaures Kali	extrahiren schwächer als die 4 ersteren aber noch stärker als Wasser.
	Salpetersaures Natron Salpetersaures Ammoniak Schwefelsaures Ammoniak Phosphorsaures Ammoniak	nehmen auch die beiden anderen pankreatischen Fermente auf, aber viel weniger als reines Wasser.
Fettferment.	Doppeltkohlensaur. Natron dem $^1/_4$—$^1/_{20}$ concentrirte Sodalösung zugesetzt war	lösst das Fettferment viel stärker als Wasser, aber zugleich auch geringe Spurtn von Eiweissferment.
	Doppeltkohlensaur. Natron Antimonsaures Kali Tartarus stibiatus	extrahiren auch merkliche Quantitäten der beiden anderen Fermente, aber viel weniger als reines Wasser, Fettferment aber viel reichlicher als Wasser.
Diastatisches Ferment.	Arsensaures Kali (KH_2ArO_4) für sich oder mit Ammoniak vorsichtig bis zur neutralen Reaction versetzt.	lösst das diastatische Ferment viel reichlicher als Wasser und andere Salzlösungen, zuweilen wurde auch Lösung von geringen Spuren der beiden anderen Fermente beobachtet.

dabei Schaum bildet und die Kohlensäure sehr langsam entweicht. Zu diesem Zwecke wurden die Flüssigkeiten, die kohlensaure Salze enthalten, bei niedrigem Drucke neutralisirt: dieselben wurden in einen starken Kolben gebracht, der mit einem zweifach durchbohrten Kork versehen war, dessen eine Bohrung zur Wasserluftpumpe führte, während die andere mit einer durch einen dickwandigen Kautschukschlauch von feinem Lumen angefügte Glasröhre, welche unter Essigsäure tauchte, in Verbindung war; der Kautschukschlauch wurde durch eine Klemmschraube abgeschlossen; durch vorsichtiges Oeffnen derselben (während die Pumpe anzog) wurde Essigsäure unter fortwährendem Umschütteln in kleinen Portionen zugeführt, bis keine Gasentwickelung mehr stattfand. Gegen das Ende der Neutralisation liess man Luft in den Kolben eintreten und pumpte wieder aus, um auf diese Weise die letzten Spuren der Kohlensäure zu entfernen.

Nachdem es also gelungen war mittelst concentrirter Salzlösungen aus dem Pankreas die drei verschiedenen Fermente ziemlich rein zu isoliren, lag der Gedanke nahe, dass auch die Darmfermente in ähnlicher Weise von einander getrennt werden können. Ein Versuch, den ich in dieser Richtung anstellte, hat mich von der Richtigkeit dieser Vermuthung überzeugt. Die Schleimhaut von dem gut gewaschenen Dünndarm eines Hundes wurde, nachdem sie einige Tage unter 95° Alkohol gelegen und dann vollständig von diesem befreit war, mit verschiedenen Salzlösungen infundirt; die erhaltenen Infuse wurden auf ihre Wirkung auf Stärke und Rohrzucker geprüft; dabei ergab sich, dass chlorsaures Kali hauptsächlich das Ferment b (welches auf Rohrzucker wirkt), salpetersaures Natron, kohlensaures Natron und doppeltkohlensaures Kali das Ferment a (welches auf Stärke wirkt) extrahiren; schwefelsaures Kali und Natron, phosphorsaures Natron und doppeltkohlensaures Natron unterscheiden sich sehr wenig vom destillirten Wasser; Seignettesalz nimmt keines von beiden Fermenten auf.

Es wurden schon in meiner vorläufigen (a. a. O.) Mittheilung bemerkt, dass die Filtration wässriger Fermentlösungen

durch Thonzellen[1]) mit demselben Erfolge wie die durch thierische Membran zur Trennung verschiedener Fermente angewendet werden kann.

Da aber gewisse Salzlösungen schon für sich ein ausgeprägtes Lösungsvermögen für bestimmte Fermente haben, so ist klar, dass durch Vereinigung dieser beiden Methoden die Fermente möglichst vollkommen getrennt werden können.

Um verschiedene Bedingungen bei der Filtration beliebig variiren zu können und die Anwesenheit des Experimentators bei so langwierigen Untersuchnngen nicht nothwendig zu machen, habe ich einen entsprechenden Apparat construirt. Insofern nur wenig Trennungsversuche mittelst desselben von mir ausgeführt wurden, da meine Untersuchungen mich gegenwärtig auf ein anderes Gebiet geführt haben, so will ich mich für jetzt auf die Beschreibung des Apparats beschränken.

1. Der Hauptzweck bei der Construction des Apparates war mit der Bunsen'schen Wasserluftpumpe einen constanten und beliebig variirbaren Druck zu erzielen; dieser wurde in folgender Weise erreicht.

An einer Manometerröhre F, deren einer Schenkel w ungefähr 13 Mm. und der andere ungefähr 4·5 Mm. breit ist, ist mit dem dünneren Schenkel das T-förmige Rohr s verbunden. In das horizontale Stück der T-Röhre ist ein dünneres Rohr u eingeschoben und der Zwischenraum zwischen beiden, um das Rohr u zu fixiren, mit Wachs ausgefüllt; das eine Ende, welches gegen das T-Rohr sieht, ist nach unten gerichtet; an den Horizontalschenkel der T-Röhre ist eine rechtwinklig gebogene dickwandige Röhre t, welche dasselbe Lumen wie die Röhre u besitzt; das gleiche Lumen hat die an t angefügte Röhre v, welche in den breiten Schenkel der Manometerröhre eingeführt, und, um ihr Gewicht zu verringern, möglichst dünnwandig ist. In die Manometerröhre wird so viel Quecksilber gegossen, dass wenn dasselbe in dem breiten Schenkel am Ende der Röhre v

---

1) Thonzellen wurden zuerst von Bahn zur Filtration der Milch angewendet. Pflüger's Arch. 1869, S. 598.

steht, es im anderen Schenkel bis auf einige Millimeter unter die Mündung von u geht.

Stellen wir uns nun vor, dass das Quecksilber in dieser Manometerröhre in beiden Schenkeln gleich hoch steht und dass nun am oberen Ende der T-Röhre s durch eine Wasserluftpumpe die Luft herausgesaugt wird, so wird das Quecksilber in der Röhre s und ebenso in der Röhre v emporsteigen, während es in dem breiten Schenkel w nach unten geht; ist dann der Punkt erreicht, wo das Ende der Röhre v frei wird, so dringt natürlich etwas Luft in die Röhre v ein und treibt das Quecksilber in die Röhre u, von welcher es in den Schenkel s abfliesst; dadurch wird die Differenz des Quecksilberstandes in den beiden Schenkeln der Manometerröhre zu gross und es findet nun ein umgekehrter Strom des Quecksilbers von dem engen Schenkel in den weiteren durch die untere Verbindung statt. In Folge davon steigt das Quecksilberniveau im breiten Schenkel und sperrt nun wieder die Röhre v ab, so dass die Luft nicht mehr in dieselbe eindringen kann, und zwar ehe alles Quecksilber aus der Röhre vtu in den engeren Schenkel abgeflossen ist. Nun wird natürlich wieder Quecksilber in die Röhre v und s aufgesaugt und der eben beschriebene Vorgang wiederholt sich. In Folge dieser continuirlichen Circulation von Quecksilber und Luft durch das Rohr vtu, wobei das Quecksilber im Apparate zurückbleibt, während die Luft in die Wasserluftpumpe geht, bleibt die Differenz zwischen dem atmosphärischen Druck und dem negativen Druck in der Wasserluftpumpe constant, das an der Wasserluftpumpe angebrachte gewöhnliche Quecksilbermanometer E zeigt dabei Schwankungen von 3—6 Mm., die Schwankungen können aber noch kleiner werden, wobei die Manometersäule nur eine sehr häufige zitternde Bewegung annimmt, die einen Millimeter nicht übersteigt. Letzteres ist der Fall wenn das Quecksilber in die Röhre v nicht in Form eines mehr oder weniger langen ununterbrochenen Fadens eintritt, sondern in Form kleiner Tröpfchen, indem durch das Rohr vtu ein continuirlicher Strom von Luft geht, welchem sehr kleine Quecksilberkügelchen beigemengt sind. Diese günstige Erscheinung hängt aber von der

Form der Endigung von v ab und tritt ein wenn das Rohr v nicht gerade abgeschnitten oder regelmässig konisch zugespitzt ist, sondern zuerst ein wenig und dann plötzlich stark verengt ist; man erhält diese Form, wenn man eine ein wenig ausgezogene Röhre abschneidet und das Ende in der Flamme etwas zusammenfliessen lässt.

Mit diesem Apparat kann man jeden beliebigen Druck constant herstellen innerhalb der Grenze desjenigen Druckes, welcher mit der gegebenen Wasserluftpumpe überhaupt zu erzielen ist, indem man die Länge der Röhre v verändert und zugleich in entsprechender Weise die Menge des Quecksilbers. Der Länge der Röhre v wird zweckmässig so gewählt, dass sie der kleinsten Druckdifferenz, die man anwenden will, entspricht, für grössere Druckdifferenzen hat man dann nur entsprechende Stücke von Zwischenröhren zwischen v und t einzuschalten, dadurch braucht man nur einmal das Rohr v mit passendem Ende zu machen. Hat man für eine kleine Druckdifferenz constanten Druck erhalten, so ist man auch sicher dass derselbe bei grösseren Druckdifferenzen constant sein wird [1]).

2. Eine zweite Bedingung, die ich bemüht war bei der Construction des Apparates zu erfüllen, war die, dass der Zufluss von Wasser oder Salzlösung zu der filtrirenden Flüssigkeit periodisch von selbst stattfand.

Schon früher habe ich mitgetheilt [2]), dass bei der Trennung der Fermente durch Filtration 2 Fälle möglich sind, dass nämlich das Ferment, welches in geringer Menge zugegen ist, entweder schwieriger oder leichter filtrirt, als das andere, welches abgetrennt werden soll; im ersteren Falle hat man nur nothwendig die Flüssigkeit ein oder zweimal zu filtriren um die Beimengung zu entfernen, in dem zweiten Falle dagegen ist es

---

1) Da der ganze Apparat aus gebogenen Röhren besteht, welche mit Kautschukschläuchen verbunden sind, kann derselbe, obwohl es einiger Sorgfalt in der Wahl des Verhältnisses der Lumina der beiden Schenkelröhren bedarf, leicht in ein bis zwei Stunden vollständig zusammengesetzt werden.

2) Dies Arch. 1871, S. 377.

erforderlich Wasser oder eine passende Salzlösung zu der Flüssigkeit zuzufügen, durch welche die geringe Menge des leichter filtrirenden Fermentes bei der Filtration mitgenommen wird; der Zusatz von Wasser oder Salzlösung geschieht in diesem Falle in Zwischenräumen, was hier noch zweckmässiger ist als z. B. beim Auswaschen irgend eines Niederschlages. Dieser periodische Zufluss von Wasser oder Salzlösung wird durch folgenden Apparat bewerkstelligt.

Eine breite Cylinderröhre b, die mit einem Halter befestigt ist, ist auf dem oberen Ende mit einem zweimal durchbohrten Kautschukstöpsel gut verschlossen, durch dessen weitere Bohrung eine Glasröhre f in den oberen Theil der zugestöpselten Flasche A mündet In der engeren Bohrung befindet sich eine Röhre g, welche in den unteren Theil der Flasche A führt. In dem Cylinder b befindet sich ein Schwimmer, der aus zwei Glascylindern d und e besteht, welche durch einen engen Hals verbunden sind; dieser enge Hals geht durch eine Korkscheibe, die etwas grösser als das Lumen des Cylinders b ist; beide Enden des Schwimmers sind verjüngt, das untere geht durch einen Ring am Ende des gebogenen Glasstabes h, welcher in dem Korkringe i am Cylinder b befestigt ist; das obere Ende des Schwimmers geht durch ein kurzes Stück einer Glasröhre welche in den Kork k eingesetzt ist; Kork k ist unbeweglich in dem Cylinder b befestigt, derselbe verschliesst aber nicht das ganze Lumen des letzteren, sondern hat, wie Fig. k' zeigt, seitlich zwei Oeffnungen. Durch diese Vorrichtungen ist bezweckt, dass der Schwimmer sich nur in perpendiculärer Richtung bewegen kann und dabei nur sehr schwache Reibung erleidet[1]). Der Schwimmer kann sich nach oben bewegen, bis die am Halse des Schwimmers befestigte Korkscheibe an der unteren Oeffnung des Cylinders b, welcher durch dieselbe mög-

1) Um eine rotirende Bewegung des Schwimmers zu verhindern, was aber nicht besonders nothwendig ist, kann man in die Korkscheibe am Halse des Schwimmers zwei kurze Glasstäbchen in horizontaler Richtung neben einander befestigen, so dass der Glasstab h zwischen beiden hindurchgeht, wodurch natürlich die Bewegungen in perpendiculärer Richtung nicht behindert sind.

lichst gut verschlossen wird, aufstösst; die Bewegung des Schwimmers nach unten ist durch das ringförmig gebogene Ende des Glasstabes h begränzt, so dass der Schwimmer nicht aus dem Cylinder herausfallen kann.

Das Spiel dieses Apparates ist folgendes: stellen wir uns z. B. vor, das Niveau der Flüssigkeit in Gefäss C steht bei a und der Schwimmer sei so weit als möglich nach unten gesunken, so dass die Oeffnung des Cylinders b ganz frei ist, so wird natürlich die Flüssigkeit aus Gefäss A durch das Rohr g in das Gefäss C fliessen, während die Luft durch Röhre f in A nachdringt[1]). In dem Maasse als die Flüssigkeit in C steigt, hebt sich der Schwimmer, bis bei einem gewissen Niveau die Korkscheibe an den Cylinder b angepresst wird, wie es in der Zeichnung dargestellt ist. Gefäss A und Cylinder b stellen dann einen abgeschlossenen Raum, der durch die beiden Röhren f und g communicirt, dar, und in Folge dessen ist es nicht nothwendig, dass die Korkscheibe, um den Ausfluss der Flüssigkeit aus dem Cylinder b zu hindern, mit besonderer Sorgfalt an die untere Oeffnung von b angepasst ist. Nachdem der Cylinder auf diese Weise abgesperrt ist, bleibt die aus A zufliessende Flüssigkeit im Cylinder b, die Luft aus b geht in die Flasche A über; dieser Zustand dauert so lange bis das Niveau in der Flasche A und der Röhre f, die ein Vorsatz des Cylinders b ist, gleich ist; es ist selbstverständlich, dass die Korkscheibe nicht nur die Flüssigkeitssäule, die oberhalb derselben steht, hält, sondern es bedarf sogar einer gewissen Kraft um dieselbe vom Cylinder b zu entfernen, vorausgesetzt natürlich, dass Gefäss A nicht so hoch steht, dass diese Flüssigkeitssäule bedeutender ist als Atmosphärendruck.

Der obere Theil d des Schwimmers dient dazu, um den Auftrieb der Korkscheibe zu erhöhen. Da dieser Theil des Schwimmers specifisch leichter ist als die Flüssigkeit, welche in b sich befindet, so wird derselbe nach oben getrieben und

1) Um bei dem Ausfliessen der Flüssigkeit ein Verspritzen derselben zu vermeiden, ist der kurze Cylinder c durch den Korkring i an b befestigt.

zieht somit auch die Korkscheibe, die fest mit ihm verbunden ist, empor. Auf diese Weise kann man eine sehr starke Anpressung der Korkscheibe an b erzielen, je nachdem man das Volumen von d vergrössert.

Es ist nun auch verständlich, dass bei Erniedrigung des Niveaus in Gefäss C der Schwimmer nicht gleichzeitig nach unten gehen wird wie es in dem Falle wäre, wenn der obere Theil des Schwimmers nicht in der Flüssigkeit sich befände und die Korkscheibe nicht eine Wand eines abgeschlossenen Gefässes darstellte, sondern der Schwimmer sinkt erst dann, wenn das Niveau im Gefäss C so weit (in der Zeichnung bis a) gesunken ist, dass das Gewicht des unteren Theiles des Schwimmers (das mit dem Sinken des Niveaus zunimmt) die Summe der den Schwimmer nach oben treibenden Kräfte übersteigt. Tritt dieser Fall ein, so geht der Schwimmer plötzlich nach unten, die untere Oeffnung von b wird frei, die Flüssigkeit aus b und dann aus A fliesst ab, u. s. w. wie dies weiter oben beschrieben ist. Da das enge Rohr g weiter nach unten geht als das Rohr f, so ist die Höhe der Flüssigkeitssäule in f nach dem Ausflusse der Flüssigkeit aus dem Cylinder b immer kleiner als die Flüssigkeitssäule in g + A, in Folge dessen ist der Ausfluss aus A nicht gehindert, da die in f gebliebene Flüssigkeit in das Gefäss A zurückgeht und damit der Luft den Eintritt gestattet; es ist aber zweckmässig die Röhre ziemlich weit zu nehmen und unten schief abzuschneiden, damit die Flüssigseit aus f immer nach dem Cylinder b abfliesst, sobald dieser leer wird.

Auf diese Weise wird also ein periodisches Zufliessen der Flüssigkeit aus A nach C veranlasst, so dass das Niveau der Flüssigkeit in C zwischen zwei ziemlich constanten Grenzen sich bewegt und also ein bestimmtes Verhältniss hergestellt ist, zwischen der Flüssigkeitsmenge, welche aus A nach C zufliesst in dem Momente, wo der Schwimmer nach unten gesunken ist und der in diesem Augenblicke in C noch befindlichen Flüssigkeit; in der Zeichnung ist dieses Verhältniss wie 1 : 2. Dieses Verhältniss kann sogar bei demselben Schwimmer sehr stark variirt werden, z. B. durch höhere oder niedrigere Stellung

des ganzen Schwimmapparates I in Gefäss C, oder durch eine Veränderung der Form des Gefässes C (indem man dasselbe nach oben verengt oder erweitert), oder durch geeignete Anwendnng dieser beiden Momente. Durch Veränderung von Gewicht, Form und Volumen der einzelnen Theile des Schwimmers (d und e) kann dieses Verhältniss in jeder beliebigen Weise verändert werden; am bequemsten kann dasselbe variirt werden durch Veränderung des oberen Theiles des Schwimmers. In der Zeichnung ist die obere Oeffnung von d durch einen Kork verschlossen, — durch diesen Kork kann man ein längeres oder kürzeres Stück des Glascylinders an d anfügen, ist letzterer ziemlich dünnwandig, so wird er das Gesammtgewicht des Schwimmers verhältnissmässig wenig vergrössern, während der Auftrieb, welchen die Flüssigkeit im Cylinder b auf den Schwimmer übt, stark vergrössert wird, so dass das Niveau der Flüssigkeit im Cylinder C viel tiefer sinken wird bis das Abfallen des Schwimmers stattfindet. Es ist natürlich, dass der obere Theil des Schwimmers nicht zu gross und leicht im Verhältniss zu dem Gewicht und Volumen des unteren Theiles desselben sein darf, denn sonst würde der Fall eintreten, dass der untere Theil des Schwimmers ganz aus der Flüssigkeit herauskommt, ohne dass das Gewicht desselben hinreicht um den Schwimmer vom Cylinder b abzureissen.

Die Filtration der Flüssigkeit findet aus Gefäss C durch die Thonzelle D, welche mit einem Halter befestigt ist, statt. Der obere Theil der Thonzelle, soweit derselbe aus der Flüssigkeit hervorragen kann, wird mit geschmolzenem Wachs überzogen und dann erwärmt, damit das Wachs in die Poren hineindringt. Nach oben wird die Thonzelle am Besten in folgender Weise abgeschlossen: eine ziemlich dicke Glasplatte p hat in der Mitte eine runde Oeffnung; in dieser befindet sich ein gut schliessender Kautschukstöpsel, durch welchen eine gebogene Glasröhre o mit dem Recipienten B der Wasserluftpumpe in Verbindung steht: am unteren Ende der Röhre o ist der Kautschukschlauch befestigt, welcher fast bis auf den Boden der Thonzelle reicht, durch diesen wird die filtrirte Flüssigkeit nach B abgeführt. Um die Thonzelle abzuschliessen legt man

an die untere Fläche der Glasplatte p eine in der Mitte ausgeschnittene dünne Platte von weichem Kautschuk; indem man die Glasplatte mit der Hand etwas auf die Thonzelle drückt und die Pumpe ansaugen lässt, wird durch den äusseren Luftdruck sofort ein hermetischer Verschluss hergestellt. Will man die Thonzelle öffnen, so braucht man nur eine der Verbindungsstellen der Röhre O mit dem Recipienten B zu lösen.

3. Es ist zweckmässig die Flüssigkeit während der Filtration öfter umzurühren, weil 1) die aus A periodisch zufliessende Flüssigkeit sich nicht genügend mischt, und 2) hauptsächlich um immer neue Partien der Flüssigkeit mit den Wandungen der Thonzelle in Berührung zu bringen, weil durch die Diffusion die in der Nähe der Zellwandung fortwährende Concentration schwierig ausgeglichen wird und auf diese Weise sehr viel Substanz, welche von den leicht filtrirenden Theilen getrennt werden soll, verloren geht, denn dieselbe ist nicht absolut unfiltrirbar und geht durch die Thonwandung um so mehr je concentrirter die Flüssigkeit ist.

Das Mischen der Flüssigkeit wird am besten mittelst der Wasserluftpumpe und eines ganz einfachen Apparates ausgeführt: Zwei vertical stehende Röhren, eins ziemlich weite l und eine engere n sind mit einander (G) und mit einer besonderen Wasserluftpumpe in Verbindung (g); das enge Rohr taucht bis gegen den Boden des Filtrationsgefässes C, das weitere mündet unter Quecksilber, nicht tiefer aber als 1 Cm.; beim Ansaugen der Pumpe steigen in beiden Röhren die betreffenden Flüssigkeiten, in der engeren Röhre natürlich entsprechend höher wegen der Differenz des specifischen Gewichtes. Sobald das Quecksilber in der weiten Röhre so weit gestiegen ist, dass das Ende derselben frei wird, so dringt plötzlich Luft nach, in Folge dessen fallen die Flüssigkeiten in beiden Röhren zurück, das breite Rohr wird wieder durch Quecksilber abgesperrt, die Flüssigkeiten steigen wieder und so fort; durch diese Vorrichtung ist die Flüssigkeit im engen Rohre n immer bedeutend schwankend; da aber der Durchschnitt der engeren Röhre im Verhältniss zu dem Gefäss C sehr klein ist, sind die Schwankungen im Niveau der Filtrationsflüssigkeit doch ver-

schwindend klein, während gleichzeitig die Flüssigkeit in fortwährender Bewegung gehalten ist. Die Stärke der Bewegung kann leicht regulirt werden durch grösseres oder kleineres Eintauchen der weiten Röhre unter Quecksilber; soll die Flüssigkeit sehr energisch gemischt werden, so kann man dies leicht dadurch erreichen, dass man mehrere enge unter einander und mit der Pumpe verbundene Röhren an verschiedenen Stellen des Gefässes C einsetzt.

Ueberblicken wir jetzt die Aufstellung des Apparates, so haben wir 1) eine Bunsen'sche Pumpe, welche die Filtration der Flüssigkeit besorgt, dieselbe ist in Verbindung mit einer Sicherheitsflasche H, welche das Zurücksteigen des Wassers verhindert; diese Flasche ist durch ein gebogenes Rohr q mit dem Recipienten B verbunden, mit dem Rohr q ist gleichzeitig der Regulator F und das Manometer E in Verbindung[1]). Das Filtrationsgefäss C mit dem Recipienten B ist, um die Fäulniss zu verhindern, in Eis gestellt. Die zweite Bunsen'sche Pumpe, welche in der beschriebenen Weise die Flüssigkeit in C in Bewegung erhält, befindet sich mit dem dazu gehörigen Apparat auf der anderen Seite des Filtrationsgefässes.

Die Arbeit wurde im pathologischon Institut zu Leipzig bei Hrn. Prof. Huppert ausgeführt, dem ich für die freundliche Aufnahme meinen innigsten Dank sage.

---

1) Das Manometer muss immer weiter von der Pumpe entfernt sein als der Regulator, damit vom letzteren kein Quecksilber in das Manometer überspritzen kann.

Untersuchungen zur Physiologie des Gehirns.

Vierte Abhandlung[1])

von

Dr. Eduard Hitzig,
Privatdocent in Berlin.

Hierzu Taf. IX B.

Die vorliegenden Untersuchungen schliessen sich unmittelbar dem Inhalte der von Fritsch und mir veröffentlichten Arbeit „Ueber die elektrische Erregbarkeit des Grosshirns[2])" an. Jene Versuche mussten sich, insofern sie ein ganz neues Gebiet eröffneten, natürlich nur auf eine mehr allgemeine Bearbeitung der wichtigsten Fragen beschränken. Dass das Detailstudium jeder Einzelnen derselben wieder das Object besonderer Arbeit würde sein müssen, war vorauszusehen.

Nachdem sich nun der Fortsetzung der von uns zum ersten Male mit nachgewiesenem Erfolg am Grosshirn ausgeführten Lähmungsversuche ein anderer Forscher mit vielem Glücke zugewendet hat, werde ich mich vorerst auf die Mittheilung von Reizversuchen beschränken. Ich begann dieselben bereits im Jahre 1870, konnte sie jedoch erst mit Beginn des laufenden Jahres wieder aufnehmen. Auch mit ihnen beanspruche ich nicht etwas Abgeschlossenes, sondern lediglich die Resultate einer längeren Arbeitsperiode zu geben.

---

1) Siehe dieses Archiv 1870, S. 300, 1871, S. 716 und ebenda S. 771.

2) A. a. O. S. 300 ff.

1. Polare Einflüsse.

Wir hatten in jener Abhandlung bereits ein constantes Vorwiegen der Anode erwähnt. Wir fanden, dass innerhalb der minimalen Stromstärken nur die Anode, nicht aber die Kathode eine Zuckung auslöst, ferner dass durch eine vorgängige Wendung die Erregbarkeit gegen beide Elektroden erhöht wird.

Da die beiden Elektroden sich hier ganz anders verhalten, wie an peripheren Nerven, so war es unerlässlich, wenigstens die Kenntniss von den Thatsachen so weit als möglich zu befestigen und zu vervollständigen, wenn sich auch eine Erklärung derselben vielleicht noch nicht geben liess. Den hierauf gerichteten Bemühungen standen grosse experimentelle Schwierigkeiten entgegen, die sich bei einem Theile der später anzuführenden Versuche wiederholten und die ich deshalb hier ein für alle Mal erwähne. Das Eintreten oder Ausbleiben eines Reizeffectes ist immer abhängig einmal von dem eigenen Verhalten des zu reizenden Organes, dann von der Art und Grösse der erzielten elektrischen Dichtigkeitsschwankungen. Mit Sicherheit vergleichbare Resultate lassen sich nur erreichen, wenn der eine Factor wenigstens constant erhalten werden kann. Die Reizversuche am Grosshirn haben aber den Uebelstand, dass beide Factoren unbeabsichtigten Veränderungen unterworfen sind.

Die Veränderungen am Gehirn selbst beginnen, namentlich wenn das Versuchsthier nicht narkotisirt ist, mit und durch die vorbereitende Operation. Ist das Gehirn freigelegt, so beginnt es zu erkalten und zu betrocknen, allmählig auch zu collabiren. Diese letzteren Veränderungen gehen indessen mit einer gewissen Stetigkeit und Langsamkeit vor sich, so dass man sie allenfalls controliren kann. Der plötzlichen Ueberfluthung des Versuchsfeldes durch Cerebrospinalflüssigkeit lässt sich begegnen, wenn man einen kleinen von Zeit zu Zeit zu erneuernden Schwamm an einer basalwärts gelegenen Stelle zwischen Hirn und Temporalis anbringt. Unberechenbar sind jedoch die in jedem Augenblicke wechselnden Veränderungen, welche die reizenden Stromstösse in ihrem absolutem Reizwerthe beein-

flussen. Ein zu untersuchender Nerv liegt den Elektroden gleichmässig an; das Gehirn aber befindet sich in fortwährender Bewegung sowohl durch die Respiration als durch die arterielle Pulsation. (Die durch letztere bewirkten Bewegungen lassen sich in der Apnoe, als die Gesammtmasse des Gehirns verschiebend, vortrefflich beobachten.) Da man mit der Stromstärke des Zuckungsminimums zu untersuchen hat, so kommt dieser Umstand wesentlich in Betracht.

Ferner machen die Thiere nicht selten mit dem ganzen Körper unvermuthete Bewegungen. Wenn man nun auch durch grosse Aufmerksamkeit das Eindringen der Elektroden in's Gehirn und die dadurch gesetzte Vereitelung des Versuches vermeiden kann, so muss man sich doch nach jeder willkürlichen Bewegung die eben inne gehabte Stelle von Neuem aufsuchen und damit den Versuch von Neuem beginnen. Endlich gewinnt auch die zum Halten des Elektrodenpaares unentbehrliche menschliche Hand nicht annähernd die gleichmässige Sicherheit einer mechanischen Vorrichtung.

Unter diesen Umständen ist die am Nerven immer zu erzielende Gleichmässigkeit der Erscheinungen am Hirn um so weniger zu erreichen, als wie wir sehen werden durch jeden Reizversuch selbst erhebliche Veränderungen der Erregbarkeit entstehen. Wahrscheinlich spielen obenein die Lebensvorgänge innerhalb des Organes eine Rolle von der wir uns keine Vorstellung machen können.

So musste ich denn zufrieden sein, wenn ich durch häufige Wiederholung derselben Versuche dahin kam, die eintretenden Zufälligkeiten auf ihren wahren Werth zurückzuführen.

Die Anordnung der Versuche war ähnlich der a. a. O. beschriebenen. Nur benutzte ich diesmal eine 10 gliedrige Kette von kleinen Meidingern, die einen etwas schwächeren Strom gaben als die Pappelemente, ferner konnte der Widerstand der Nebenschliessung um einzelne S. EE. verändert werden, endlich war die Leitung überall durch Schrauben oder Quecksilber vermittelt. Die Versuche wurden an Hunden ausgeführt.

Wenn man die Reaction eines beliebigen Centrums von

den schwächsten Strömen ausgehend untersucht, so findet man regelmässig, dass bei zunehmender Stromintensität die erste Zuckung durch die Stromwendung hervorgebracht wird, und zwar wenn dabei die Anode auf das Centrum kommt. Dann fängt die einfache Anoden-Schliessung an, wirksam zu werden, dann die Wendung auf die Kathode, endlich die Kathoden-Schliessung.

Untersucht man mit jeder der beiden Elektroden einzeln ohne Wendungen dazwischen zu schieben, so findet man Folgendes: Bei der niedrigsten überhaupt erregenden Stromintensität löst nur die erste Anoden-Schliessung eine Zuckung aus, die folgenden erzielen Ruhe. Wächst die Stromstärke genügend, so steigt die Zahl der aufeinanderfolgenden Zuckungen, aber so, dass die erste immer am stärksten ausfällt, und die Ausgiebigkeit der späteren gleichmässig abnimmt, bis sie endlich ganz ausbleiben. Schliesslich erreicht man eine Stromstärke, bei der die Zuckungen überhaupt nicht mehr ausbleiben, mögen auch noch so viele Erregungen mit der gleichen Elektrode aufeinander folgen. Gleichwohl kann man dabei noch die mit der Zahl der aufeinander folgenden Zuckungen Hand in Hand gehende Abnahme ihrer Intensität erkennen.

Die Kathode verhält sich ganz ähnlich, nur dass das Zuckungsminimum stets viel höher liegt und die Zahl der bei gleicher Stromintensität auftretenden Zuckungen immer hinter der durch die Anode hervorgebrachten zurückbleibt.

Schiebt man eine Wendung dazwischen, so steigt bei beiden Elektroden das Zuckungsminimum sofort auf eine sehr viel niedrigere Stromstärke herab.

Namentlich dieser Umstand ist es, der den Gedanken an einen bestimmenden Einfluss der Polarisation sofort wachruft. Unpolarisirbare Elektroden liessen sich nicht anwenden, so wurden denn während einer Reihe von Versuchen die Platinknöpfchen nach jeder Reizung abgewischt, bei einer anderen Reihe auch die gereizte Stelle mit einem feuchten Schwamme überstrichen, ohne dass dadurch aber die eigenthümliche Folge der Reizeffecte geändert worden wäre. Es änderte auch nichts, wenn ich zwischen je zwei Reizungen einen Zeit-

raum von 2 Minuten verstreichen liess. Hingegen trat häufig Aenderung ein, wenn ich auf eine Anzahl wirkungsloser Reizungen eine solche mit einem um Vieles stärkeren, zuckungerregenden Strome, natürlich mit derselben Elektrode folgen liess. Dann ging das Zuckungsminimum gegen den Reiz der gleichen Elektrode nicht selten sehr erheblich herab. Alles dieses spricht wohl nicht für einen bestimmenden Einfluss der Polarisation.

Die Anode wirkt also durchgehends stärker als die Kathode; eine noch so kurze Schliessung der Kette setzt innerhalb schwacher und mittlerer Stromstärken die Erregbarkeit gegen dieselbe Elektrode herab und erhöht sie gegen die andere Elektrode. Das letztere Verhalten lässt sich aber einem analogen Verhalten der motorischen Nerven wegen der Kürze der erforderlichen Stromdauer und wegen der enormen Abschwächung des Reizeffectes durchaus nicht parallel setzen.

Wenn man sich auf der Hirnrinde orientiren will, so muss man diese Thatsachen durchaus kennen und in Rechnung ziehen.

Einige der hierher gehörigen Versuche waren ohne jede Narkose angestellt worden. Indessen ist dies wegen der willkürlichen Bewegungen und der stossweisen unregelmässigen Respiration der Hunde ausserordentlich beschwerlich. Ich untersuchte deshalb zuvörderst dasselbe Thier unmittelbar nach einander ohne und mit Morphium-Narkose. Nachdem sich die hierbei etwa vorhandenen Differenzen als durchaus in der Breite der Fehlerquellen liegend gezeigt hatten, wurden alle ferneren Versuche in der Morphiumnarkose angestellt.

2. Einfluss des Aethers und des Morphiums.

Wir hatten a. a. O. beiläufig erwähnt, dass weder die Aether- noch die Morphiumnarkose einen wesentlichen Einfluss auf das Gelingen der Versuche hat, und dieser Satz ist allerdings in der ihm gegebenen beschränkenden Fassung richtig. Indessen hatte ich bereits im Jahre 1870 gefunden, und dies auch auf der Naturforscherversammlung in Leipzig ausgespro-

chen [1]), dass man durch sehr grosse Gaben Aether die Zuckungen zum Schweigen bringen kann [2]). Genaueres Studium ergab einen nicht nur wegen der ferneren darauf zu basirenden Schlüsse, sondern auch an und für sich sehr interessanten Sachverhalt.

Wenn man ein Thier so tief ätherisirt, dass jede Spur von Reflexen aufgehört hat, so findet man die elektrische Erregbarkeit des Grosshirns theils erhalten, theils verloren. Ich untersuchte den Zustand der Reflexerregbarkeit stets von der Conjunctiva aus, und wandte ausserdem noch irgend eine intensive sensible Reizung an, Zerrung an den Resten der Dura, Application eines sehr starken Inductionsstromes innerhalb der Nase oder an einer kleinen Hautwunde zwischen den Zehen einer Hinterpfote. Wenn nirgends mehr Reflexe auftraten, und das Thier mit Ausnahme der respiratorischen Bewegungen absolut ruhig lag, so reagirte das eine oder das andere der Grosshirncentren auch auf die stärksten Ströme nicht, während irgend ein anderes Centrum sofort mit einer Reaction antwortete. Gab ich nun noch mehr Aether, so gelang es für kurze Zeit, aber in der That nur für ganz kurze Zeit, jede Reaction aufzuheben. Sobald aber mit der weiteren Zuführung von Aether nachgelassen wurde, dauerte es nur Secunden, bis wieder Zuckungen zu erregen waren.

Von dem geschilderten Verfahren habe ich nie auch nur eine einzige Ausnahme beobachtet. Es liegt aber auf der Hand, dass man, wie es geschehen ist, zu irrthümlichen Ansichten von den Wirkungen der Aethernarkose gelangen kann, wenn man den Schädel nur mittelst einer einfachen Trepankrone er-

---

1) S. das Tageblatt S. 75.

2) Am 27. April 1873 erhielt ich von Hrn. Professor Schiff einen Bogen (S. 529 - 544) aus einem noch nicht publicirten, in italienischer Sprache geschriebenen Buche. An dieser Stelle ist von ähnlichen Versuchen die Rede, wie die, von denen ich nun berichten werde. Schiff kam aber zu ganz anderen Resultaten und Schlüssen. Ich bemerke, dass ich am 26. April 1873 32 Vivisectionen, von denen beinahe jede mehrere Versuchsreihen umfasst, bereits angestellt hatte, und 35 fernere noch anstellte, und sage Hrn. Professor Schiff für die gehabte Aufmerksamkeit meinen Dank.

öffnet und damit zufällig auf ein unerregbar gewordenes Centrum geräth.

Von der Anwendung des Chloroforms habe ich abgesehen, nachdem mir mehrere Hunde hintereinander bereits bei Beginn der Inhalation todt geblieben waren.

Das Morphium verhält sich in jeder Beziehung ganz anders wie der Aether. Man hat in neuerer Zeit den Satz aufgestellt, das Morphium erhöhe die Reflexerregbarkeit. Dieser Satz ist in dieser allgemeinen Fassung nicht genau, wie überhaupt durch die Beschreibungen die wirklich vorhandenen Symptome der Morphiumnarkose nicht erschöpft werden. Hierbei spielt die Dosirung und die Dauer der Vergiftung eine wichtige Rolle. Ich selbst bringe nur das für die gegenwärtige Untersuchung zu wissen Nothwendige bei, indem ich mich auf die Schilderung eines bestimmten Stadiums der Vergiftung beschränke und mir nähere Angaben vorbehalte. Schmerzhafte Eingriffe werden von einem gut durch Morphium narkotisirten Thiere selten mit Schreien und Versuchen sich loszureissen beantwortet, auch die plötzlichen Rucke mit Kopf und Körper, welche sonst schon bei geringen Beleidigungen der Dura eintreten, fehlen bei diesen. Insbesondere beantworten die Thiere den von der Operationswunde herrührenden continuirlichen heftigen Reiz nicht in der angeführten Art. Hingegen ist der reflectorische Lidschluss stets ungestört, die Extremitäten werden auf schmerzhafte Eingriffe in der Regel zurückgezogen, und auf heftige Insultirung der Nase folgt in der Regel eine Wischbewegung mit der Vorderextremität. Mit mittleren Gaben Morphium betäubte Hunde verhalten sich also gegen Reflexreize ähnlich, wie Thiere, denen man das Grosshirn genommen hat. Reflexversuche und Reizversuche an ätherisirten Thieren lassen andererseits den sicheren Schluss auf eine vorübergehende Lähmung einer sich durch das ganze Gehirn und Rückenmark hindurchziehenden Organenkette zu.

Ebenso verschieden gestaltet sich die Reaction des Grosshirns auf den elektrischen Reiz. Man kann den Hunden grosse Dosen Morphium, sei es subcutan, sei es durch die Venen, beibringen, ohne dass die Reaction

je aufhörte. Im Gegentheil scheinen die Reizeffecte schwacher Ströme bei mittelstarken Vergiftungen regelmässiger einzutreten, insofern als die die Erregbarkeit für die gleiche Elektrode herabsetzende Wirkung des Stromes nicht ganz so bedeutend ist.

Wenn man sich der jetzt wohl allgemein acceptirten Ansicht, dass die Hirnrinde das Feld der Vorstellungen sei, anschliessen will, so stimmen diese Reizversuche mit den am Menschen gesammelten Erfahrungen über den Einfluss dieser beiden Mittel auf das Fortbestehen der Vorstellungen gut überein. Der Aetherschlaf führt eine absolute Pause in den psychischen Thätigkeiten herbei. Die Morphiumnarkose kann hingegen von Träumen belebt sein, die eine hinreichende Intensität gewinnen, um Erinnerungsbilder zurückzulassen.

3. Einfluss der Apnoe.

Aus aprioristischen Gründen glaubte ich einen Einfluss der Apnoe auf die elektrische Erregbarkeit des Grosshirns annehmen zu sollen. Für diesesmal beschränkten sich meine Versuche darauf, den Zustand der Reflexerregbarkeit während der Apnoe und das gleichzeitige Vorhandensein oder Nichtvorhandensein der elektrischen Erregbarkeit zu constatiren, während ich auf die genauere Feststellung gradueller Differenzen Verzicht leisten musste.

Rosenthal[1]) hatte ursprünglich die Reflexe auch in der Apnoe fortbestehen sehen. Später wollte jedoch Uspensky[2]) ihr Ausbleiben beobachtet haben.

Den von mir untersuchten Thieren wurde nach dem Schlage eines Metronoms durch einen ziemlich grossen und gut schliessenden Blasebalg Luft verschieden lange Zeit eingeblasen. Unmittelbar vor der gläsernen in der Trachea befestigten Canüle befand sich in dem Kautschuckschlauche ein viereckiges Loch, dessen zwei senkrecht auf die Längsaxe des Rohres

1) Die Athembewegungen und ihre Beziehungen zum Nervus vagus. Berlin 1862. S. 152.

2) Der Einfluss der künstlichen Respiration auf die Reflexe. Dieses Archiv 1869. S. 401.

stehende Seiten durch Einschnitte verlängert waren. Auf diese Weise war neben dem Loche ein federndes Ventil vorhanden, das bei der häufig angewendeten Steigerung des Druckes doch ein übermässiges Anschwellen desselben verhinderte.

Die Respirationsfrequenz der Thiere wurde vor Beginn der Lufteinblasung beobachtet[1]), dann mit einer um etwas höher liegenden Zahl von Stössen begonnen und innerhalb der ersten 3—5 Minuten auf 120—150 Stösse gestiegen. Alsdann wurde der Druck allmählig gesteigert.

Waren nun die Thiere nicht narkotisirt, so machten sie während der Ventilation, nicht selten schon während der Periode des niedrigen Druckes und sowohl bei geringer als bei grosser Frequenz der Einblasungen, fast regelmässig aber während des höheren Druckes willkürliche Respirationsbewegungen, die im letzteren Falle beim Pausiren des Blasebalges mit einer tiefen Exspiration endigten. Ausserdem suchten sie sich wohl mit aller Kraft loszureissen. Wenn man nun unmittelbar nach diesen willkürlichen Actionen des respiratorischen und sonstigen Bewegungsapparates die hinreichend lange fortgesetzte Ventilation unterbrach, so war gleichwohl Apnoe vorhanden. Dass unter diesen Umständen die Reflexerregbarkeit unversehrt war, bedarf keiner Erwähnung.

Waren aber dieselben Thiere durch Morphium betäubt, so lagen sie still und die Apnoe dauerte länger — bis zu 6 Minuten. Nichtsdestoweniger zeigte die Reflexthätigkeit keine erhebliche Veränderung. Höchstens trat auf Berührung der Wimpern kein Lidschluss ein, wenn man die Lider sanft mit den Fingern fixirte. Liess man jedoch die Finger fort, oder berührte die Conjunctiva, so war der Lidschluss sofort da. Ich kann mir die Anführung eines Parallelversuches nicht versagen.

---

1) Dabei sah ich, dass man den schnellen oberflächlichen Respirationsrhythmus geängstigter Thiere durch Ansatz eines verschieden langen Rohres nach Belieben verlangsamen, meist auch regelmässig machen kann. Bei manchen physiologischen Versuchen dürfte sich dies mit Vortheil verwerthen lassen.

Kleiner Hund von 3900 grm. Respirationsfrequenz durch die Canüle 170, durch den 1,5 m. langen Schlauch 64 und viel tiefer. Ohne Morphium.			Derselbe Hund in Morphiumnarkose. Injection: Minute 35.		
Zeit.	Künstliche Respiration.	Verhalten der Reflex- und sonstigen Bewegungen.	Zeit.	Künstliche Respiration.	Verhalten der Reflex- und sonstigen Bewegungen.
Min. 1—4.	92—150 geringer Druck.	Versuche sich loszureissen, willkürliche Respirationen.	Min. 42—46.	100—150 geringer Druck.	
„ 4—10.	150 geringer Druck.		„ 46—47.	150 geringer Druck.	
„ 10.	Anwachsen des Druckes.		„ 48—57.	Hoher Druck.	
„ 24.		Desgleichen.	Beginn 58.	Aussetzen.	
„ 10–29.	150 unter hohem Druck.	Desgleichen.	Min. 58 incl. „ 59 Sec. 20.		Vollständige Apnoe, während derselben spontane Schluckbewegungen.
Beginn der Min. 30.	Aussetzen.		Min. 59 Sec. 20.		Athemzug.
Min. 29 S. 2.		Tiefe Exspiration.	„ „ „ 27.		Athemzug.
„ 29 „ 24.		Tiefe In- u. Exspiration, darauf wellenförmige Bauch- und Thoraxbewegungen.	„ 60 „ 15.		Athemzug.
„ 30 „ 30.		Regelmässige Respiration, 30 in der Minute.	„ „ „ 25.		Regelmässige Respiration, 36 in der Minute.
		Reflexe während der ganzen Zeit intact.			Reflexe während der ganzen Zeit intact.

Nachdem also das nicht narkotisirte Thier 29 Minuten ventilirt worden war, trat eine unvollständige Apnoe von 90 Sec. ein, während eine Ventilation von nur 16 Minuten das narkotisirte Thier in eine Apnoe von 205 Sec., die während 140 Sec. vollständig war, versetzte.

Die Erklärung für das fragliche Verhalten liegt auf der Hand. Furcht und Schmerz, hier hervorgerufen durch die Reizung der Nerv. laryng. inferr., vermehren das Respirationsbedürfniss namentlich kleinerer Thiere bekanntlich ganz enorm, durch das Morphium aber wird das Zustandekommen dieser Affecte verhindert.

Ich brauche wohl kaum hinzuzusetzen, dass ich mich durch Controlversuche überzeugte, dass nicht etwa die Wiederholung der künstlichen Respiration als solche, sondern in der That das Narkoticum den erwähnten Einfluss ausübte.

Wenn man nun ein Thier zur künstlichen Respiration vorbereitet, es alsdann in tiefe Aethernarkose versetzt und endlich die künstliche Respiration einleitet, so verhält es sich so lange die Aetherwirkung dauert, nämlich 5—10 Minuten lang wie ein narkotisirtes, alsdann aber wie ein nichtnarkotisirtes Thier, d. h. die Apnoe kommt schwer und unvollkommen zu Stande — die Reflexe hören nur während der tiefen Narkose gänzlich, nachher ganz und gar nicht auf.

Man mag aber ein Thier auf welche Weise man will apnoisch machen, niemals ist während der Apnoe ein Aufhören oder deutliches Nachlassen der elektrischen Erregbarkeit des Grosshirns zu beobachten. Geringere Schwankungen der Erregbarkeit, sowohl positive als negative, habe ich allerdings gefunden. Wie viel auf diese jedoch zu geben ist, lehren die ad 1 erwähnten Verhältnisse.

Die bisher angeführten Versuche wurden hauptsächlich in der Absicht angestellt, das Material zu vermehren, auf Grund dessen man sich ein genaueres und mehr motivirtes Urtheil wird bilden können über die Art, wie die von uns beschriebenen, cerebralen Zuckungen zu Stande kommen.

4. Augenmuskeln und Facialis.

Fritsch und ich hatten früher vergeblich nach einem Centrum für die Augenmuskeln gesucht. Gleichwohl schien mir ein Centrum auch für diese Muskeln im Grosshirn existiren zu müssen. Man kennt zwar bereits verschiedene Hirnprovinzen, deren Reizung die Bulbi in Bewegung setzt. Da diese Bewegungen aber sämmtlich combinirte beider Augen sind, so durfte man wohl annehmen, wie ich dies anderweitig[1]) bereits ausgesprochen habe, dass sie nicht von Vorstellungs-, sondern vielmehr von Reflex- oder Coordinationsorganen abhingen. Es musste also der Analogie nach noch irgendwo, vermuthlich in der Grosshirnrinde, ein Organ für isolirte Augenbewegungen mit ähnlicher Dignität, wie die übrigen von uns gefundenen Centren, existiren.

Meine Voraussetzung fand sich durch die Wirklichkeit auf das Vollständigste gerechtfertigt. Nachdem ich der Sache auf die Spur gekommen war, sah ich auch sogleich, warum wir früher weniger glücklich gewesen waren. Das Centrum für die Augenmuskeln fällt nämlich mit einem Theile des Facialis-Centrums zusammen. Wir wurden also durch den Lidschluss, und bei Verhinderung desselben durch die dennoch stattfindende Contraction des Orbicularis palpebrarum gestört. Ausserdem sind die Excursionen des Bulbus bei dieser Form des Versuches manchmal selbst auf starke Ströme nur gering.

Zur Beseitigung dieser Hindernisse machte ich, als ich sie erst einmal kannte, den Versuchsthieren die Neurotomie des Facialis und stach ausserdem eine Carlsbader Nadel, an deren Kopf eine senkrechte Papierfahne befestigt war, als Fühlhebel durch das Centrum der Cornea in den Glaskörper.

Als ich nun die Centren so hergerichteter Thiere reizte, machte der Fühlhebel synchronisch eine Bewegung in der Regel nach einer Richtung, manchmal aber auch zwei ausserordentlich schnell aufeinander folgende Bewegungen nach entgegengesetzten Richtungen, so dass der zweite Theil der ersten Be-

---

1) Dieses Archiv 1871. S. 756.

wegung von der zweiten gleichsam verschlungen wurde. Ferner war sehr auffallend, dass man bei der einen Rehe von Versuchen immer dieselbe Muskel- und zwar mit Vorliebe Superior-Wirkung bekam und keine andere, und dass dann bei einer anderen Reihe ein anderer Muskel, insbesondere der Abducens an die Stelle des Superior trat.

Die Erwägung der eben angeführten Umstände liess mich den Schluss ziehen, dass die Innervation der Augenmuskeln ebenso um einen relativ kleinen Heerd gruppirt sei, wie wir das von den einzelnen Muskelmechanismen der Extremitäten nachgewiesen haben, und wie ich es gelegentlich der vorliegenden Arbeit noch mehr im Detail studirte. Wenn dieser Schluss richtig war, so erklärte sich das Zustandekommen der zuerst angeführten Doppelbewegung daraus, dass der Verlauf der Stromcurve in dem Centrum für den einen Augenmuskel ein um etwas anderer war, als in dem Gebiete des Antagonisten. Das sodann angeführte gänzliche Ausbleiben der Bewegung nach drei von den vier Seiten hin war andererseits dadurch zu erklären, dass Lagerungs- und Leitungsverhältnisse im gegebenen Falle auch bei Verschiebung der Elektroden für das nach der vierten Seite hin drehende Centrum so besonders günstig blieben, dass in Folge stärkerer Erregung dieses Centrum die Erregung der anderen Centren latent blieb. Mit der Voraussetzung gemeinschaftlicher Erregung sämmtlicher Centren war auch die Geringfügigkeit der Excursionen überhaupt leicht verständlich.

Der Nachweis für die Richtigkeit meiner Annahme war leicht zu führen. Ich durchschnitt einfach den einen der Augenmuskeln nach dem anderen, je nach der Reihenfolge, in der ihr Reizeffect zu Tage trat, und hielt den Bulbus an einem durch die Conjunctiva gezogenen Faden in der Mittelstellung. So gelang es mir, die Wirkung der vier geraden Augenmuskeln nach einander zur Anschauung zu bringen, mit den schiefen habe ich mich nicht beschäftigt. Der Index des Auges der gleichen Seite blieb inzwischen, wie ich noch hervorhebe, stets in Ruhe.

Diese Thatsachen sind in verschiedener Beziehung von Interesse. Erstens erkennen wir dort ein Organ, von dem aus

man in der That einseitige Bewegungen jedes Auges hervorbringen kann, also Bewegungen, die wesentlich unterschieden sind von den Reizeffecten anderer Centralgebiete der Augenmuskeln.

Zweitens erklärt sich aus dem Ineinandergreifen der Innervationsgebiete des Facialis und der Augenmuskeln rein anatomisch der längst bekannte Consensus zwischen Lid- und Bulbusbewegungen, der nun bei undurchschnittenem Facialis von dem elektrischen Reize nachgeahmt, reproducirt wird. Wir müssen bekanntlich bei Hebung oder Senkung der Blickebene das obere Lid zwangsmässig ebenfalls heben oder senken, während andererseits eine kräftige Innervirung des Sphincter palpebrarum den Bulbus in die Höhe steigen lässt.

Diese Thatsache gewinnt aber drittens an Gewicht, wenn ich hinzufüge, dass von dem angeführten Innervationscomplexe aus, was den Facialis angeht, auch nur die um das Auge gelagerten Muskeln versorgt werden. Die Muskeln der unteren Gesichtshälfte lassen sich hingegen von einer mehr lateral und basalwärts gelegenen Partie aus reizen. Man kann deswegen diesen eben in Frage kommenden Heerd, unbekümmert um den Verlauf der von ihm abhängigen peripheren Bahnen, als ein für die Bewegung und den Schutz der Augen bestimmtes Centrum auffassen.

5. Umfang und erregbare Verbindungen der Centren.

Aus dem, was unter 1. über die herabstimmende Wirkung der Pole gesagt worden ist, erhellt, dass die räumliche Ausdehnung der von uns sogenannten Centren, sowie ihre erregbaren Verbindungen und Verbindungsbahnen mit einiger Sicherheit nur durch metallische Stromwendungen erforscht werden können. Ich benutzte zu diesem Zwecke die Pohl'sche Wippe. Die sonst ja so viel bequemeren tetanisirenden Inductionsströme darf man nicht anwenden, da schon ganz schwache Ströme zu Nachbewegungen und epileptiformen Anfällen führen. Jeder epileptiforme Anfall lässt das Gehirn in einem für diese Versuche unbrauchbaren Zustande zurück.

Für eine richtige Beurtheilung der von der Convexität aus hervorgebrachten Reizeffecte müssen die Blutgefässe der Pia in Rechnung gezogen werden. Wenn überhaupt keine Blutgefässe vorhanden wären, sondern das Reizobject eine gleichmässig feuchte Masse ausmachte, so könnte man sich das bei schwachen Strömen von wirksamen Schleifen durchzogene Gebiet etwa in der Form einer Halbkugel vorstellen, deren Schnittfläche auf der Convexität läge. Dass die Radien dieser Halbkugel nur klein sind, geht aus dem bei geringer Verschiebung der Elektroden vorhandenen Aufhören der Reizeffecte und aus anderen in der Folge anzuführenden Umständen hervor. Sobald aber ein Blutgefäss der Pia jene imaginäre Schnittfläche kreuzt, blendet es als gutleitende Nebenschliessung alle sonst jenseits seiner Bahn fallenden Stromschleifen ab.

Der Gyrus *d* der Fig. 2 ist in einem lateralen Theile motorisch, in den übrigen Theilen ist er nicht motorisch. Die ihn bedeckende Pia enthält eine kleine Vene, welche sich an der Grenze des lateralen Viertels dieses Gyrus in den von der Fissura frontalis aufgenommenen Stamm ergiesst. (Entsprechend der medialen Grenze der Schraffirung Fig. 1.) Dieser Ast liegt in seltenen Fällen mehr lateralwärts, so dass er eine fast gradlinige Fortsetzung des Stammes zu bilden scheint. Befindet sich dieser Ast an der gewöhnlichen Stelle, und placirt man die Elektroden selbst unmittelbar neben seinen medialen Rand, so kann man mit unverhältnissmässig starken Strömen reizen, ohne dass ein Reizeffect eintritt. Befindet sich der Ast aber an der ungewöhnlichen Stelle, so führt bei Wahl der gleichen Einströmungsstellen schon eine mässige Verstärkung des Stromes über den Werth des Zuckungsminimums zu Muskelcontractionen. Man wird also annehmen dürfen, dass die erregbare Zone mit dem lateralen Viertel des durch die Fig. 2 bezeichneten Gyrus abschneidet.[1]) Nach der gleichen Methode wurde die hintere Grenze der erregbaren Zone bestimmt.

Eine wesentliche Erleichterung für das Auffinden der er-

---

1) Das Zeichen *A* auf der früher gegebenen Abbildung ist durch ein Versehen etwas zu weit medianwärts gesetzt.

regbarsten Stellen bietet der Umstand, dass diese immer in einem Raume liegen, welcher von kleinsten, für das blosse Auge sichtbaren Gefässen freigeblieben, ringsum durch die Verästelungen mehrerer Gefässzweige eingefasst wird. Wäre mir dieses, namentlich im supersylvischen Gyrus (Owen) deutliche Verhalten früher bekannt gewesen, so würde mir viele Mühe erspart worden sein.

Da der Verbreitungsbezirk wirksamer Stromschleifen, wie schon angeführt, bei schwachen Strömen klein ist, so kann man den Schluss ziehen, dass Reizeffecte, welche auftreten, nachdem man sich um etwas von dem eigentlichen Centrum entfernt und den Strom um ein Geringes über den Werth des Zuckungsminimums verstärkt hat, von solchen Gebilden abhängig sind, die nicht tief unter der Oberfläche und zwar der jedesmal erforderlichen Stromverstärkung entsprechend tief unter ihr gelagert sind. Freilich ist es in jedem einzelnen Falle nöthig, diese Annahme dadurch zu controliren, dass man die Elektroden bei gleicher Stromstärke gleichweit in anderer Richtung von den Centren, welche durch Schleifen gereizt sein könnten, nach einem nicht von grösseren Gefässen durchzogenen Terrain dislocirt. Wegen der mit Sicherheit nicht berechenbaren Gefässeinflüsse haben derartige Schlüsse jedoch immer nur den Werth der Wahrscheinlichkeit, nicht den der Sicherheit.

Auf Grund dieser Anschauungen und Methoden wurden die auf der Figur 1 und 2 markirten Grenzen gezeichnet. Am Weitesten nach hinten liegt das Centrum für Facialis und Augenmuskeln. Die doppelt geschwänzten Punkte fassen den von mir sogenannten Heerd für Bewegung und Schutz des Auges ein. Die durchkreuzten Punkte bezeichnen den Heerd für die untere Hälfte des Gesichtsnerven. Die zwischen beiden liegenden einfachen Punkte begrenzen ein Gebiet, welches weniger erregbar als die eben genannten, aber erregbarer als die nach vorn liegenden Nachbargebiete ist, und zum Facialis in Beziehung steht.

Im Uebrigen sollen die Zeichen die Mittelpunkte der erregbarsten Stellen und die Stärke der sie umgebenden Schraffi-

rung[1]) den Grad der Erregbarkeit von der Oberfläche aus andeuten. In Folge der variabeln Form der Gyri wird man die einzelnen Centren gelegentlich etwas verschoben finden. Der Strich im Gyrus e. Fig. 1 (vgl. Fig. 2) bedeutet einen Punkt, welcher gleichzeitige Innervation der beiden rechten Extremitäten setzt. Zwischen ihm und dem Centrum + liegt wieder eine weniger erregbare Strecke.

Bei Δ bedarf man überhaupt etwas stärkerer Ströme. Je nach der gewählten Stromintensität und je nach geringen Ortsveränderungen bewegen sich bei Reizung dieser nur Nacken- oder Hals- oder Rumpfmuskeln oder alle diese Muskeln gemeinschaftlich. Wenn man durch Zurückpräparirung der Haut die oberflächlichen Nackenmuskeln entblösst, so kann man sich ferner durch das Gesicht und durch Zufühlen überzeugen, dass sich bald einmal diese, bald wieder die tiefen Schichten contrahiren. Ausserdem sieht man aber, dass die Zusammenziehung bald einseitig bald doppelseitig und zwar mit gleicher Stärke, oder auch bald einmal rechts bald einmal links stärker, ferner mit einer gewissen Langsamkeit vor sich geht. Ebenso contrahiren sich die sämmtlichen Muskeln des Rumpfes bei einseitiger Reizung doppelseitig.

Wenn man mit einem Lanzenrheophor[2]) am lateralen Ende der Furche 14 bei *o* bis zu einer Tiefe von 9—12—18 Mm. einsticht und dann reizt, so erhält man 1) doppelseitige starke Contractionen sämmtlicher Stammmuskeln, 2) ausgedehnte und starke Contractionen an beiden gegenüberliegenden Extremitäten, 3) beschränktere aber kräftige Contractionen der hinteren gleichseitigen Extremität, 4) schwache und beschränkte Contractionen der gleichseitigen Vorderextremität. Auf Frontal- und Sagittalschnitten erkennt man alsdann, dass man sich in der

---

1) Durch ein bedauerliches Versehen des Kupferstechers ist die Schraffirung um + zu hell und die um Δ zu dunkel ausgefallen.

2) So nenne ich ein Instrument, welches aus einer starken, durchbohrten, stählernen Lanzennadel besteht, die in der Bohrung einen isolirten Platindraht führt. Nadel und Draht sind mit je einem Pole verbunden. Aeussere Isolirung der Lanze ist nicht erforderlich.

vorderen Spitze des Linsenkernes befand. Geht man noch tiefer und bis auf die Basis ein, so hören selbst bei viel stärkeren Strömen die Zuckungen wieder gänzlich auf. Auch dies spricht dafür, dass der Leitungswiderstand der Hirnsubstanz gross, der Verbreitungsbezirk wirksamer Stromschleifen bei schwachen Strömen klein ist.

Meine Untersuchungen über Reizung mit dem Lanzenrheophor sind nicht weit genug gediehen, um detaillirte Angaben machen zu können. Es sei jedoch erwähnt, dass man bei Einstichen innerhalb der erregbaren Zone gleichzeitige Zusammenziehungen einer meist grösseren Zahl von Muskeln erhält, welche je nach der Oertlichkeit und Tiefe des Einstiches, sowie je nach der Stärke des Stromes sehr verschieden gruppirt sind. Aehnliche Resultate erhält man bei Anwendung starker Ströme von der Convexität aus. Andererseits gelingt es dort auch durch vorsichtige Abstufung des Stromes bei geringer Verschiebung der Elektroden einzelne Muskeln und selbst Theile von Muskeln in Bewegung zu setzen. Doch scheint mir die Aufzählung der zahlreichen nach beiden Richtungen gemachten Beobachtungen von geringem Interesse. Im Allgemeinen kommt es, wie früher erwähnt, leichter zu combinirten Actionen. Es gelingt so auch im vorderen Theile der erregbaren Zone ähnlich wie im supersylvischen Gyrus eine Gruppirung von in der Peripherie benachbarten Muskelmechanismen um einen centralen Punkt zu erkennen.

Aus den anderweitigen Reizeffecten, wie ich sie geschildert und gezeichnet habe, geht hervor, dass diese centralen Gebiete noch innerhalb der erregbaren Zone mannichfaltige Verbindungen unter einander eingehen, bis sie sich im Linsenkern zu einem grossen gemeinsamen Innervationscomplexe vereinigen. Wenn nun von dieser Stelle aus doppelseitige Erregungen gesetzt werden, so entspricht dies, insbesondere die Vertheilung der Erregungen in einer überaus schönen Weise anderweitig gewonnenen Erfahrungen und Voraussetzungen.

Henle hat seit Jahren wiederholt darauf aufmerksam gemacht, dass die Kreuzung der Fasern nur dann einen Sinn habe, wenn dadurch Vertheilung der Faserung an beide Hemi-

sphären bewirkt werde.[1]) Den angeführten Thatsachen entsprechend giebt ferner Schiff an, dass dauernde cerebrale Hemiplegie bei Thieren nicht, wohl aber Lähmung der gleichnamigen hinteren Extremität häufiger als beim Menschen vorkomme. In der That drohte ja schon das, wenngleich ausserordentlich seltene Vorkommen ungekreuzter Lähmung beim Menschen die grösste Verwirrung der Anschauungen hervorzubringen.

Andererseits sehen wir, dass in der gewöhnlichen Form der Hemiplegie des Menschen die Stammmuskeln frei bleiben, oder sich bald erholen, insbesondere auch nie von secundären centralen Contracturen befallen werden. Ich habe an einem anderen Orte[2]) bereits nachgewiesen, wie die Häufigkeit und Stärke dieser Contracturen in geradem Verhältnisse steht zu der Complicirtheit der motorischen Verrichtungen, welche jedem Körpertheil zufallen, so dass eben Thiere und diejenigen menschlichen Mechanismen, welche denen der Thiere in nichts überlegen sind, von dieser Affection verschont bleiben.

Wenn wir nun erkennen, dass beim Hunde doppelseitige centrale Innervation im umgekehrten Verhältniss zur Complicirtheit der Aufgaben, aber in geradem Verhältniss zu der vorhandenen Zwangsmässigkeit des Zusammenwirkens der Motoren präformirt ist, so wird es gestattet sein, einen inneren Zusammenhang der angeführten Erscheinungen anzunehmen. Ebenso wird man in diesen mehr oder weniger doppelten Innervationsheerden niedere, sich mehr und mehr an den Rückenmarkstypus anlehnende Organisationen suchen dürfen. —

Meine Absicht war ferner, den Innervationsbezirk jedes einzelnen Körpertheils in jeder einzelnen Hemisphäre festzustellen. Ich machte deshalb Versuche an curarisirten Hunden, denen vor der Vergiftung ein Haupt-Arterienstamm verschlossen war. Leider war in wenigen Minuten die fragliche Extremität durch collaterale Verbindungen mit vergiftet, so dass diese Be-

---

1) Vergl. auch die Lähmungsversuche Nothnagel's. Experimentelle Untersuchungen über die Functionen des Gehirns. Virchow's Archiv. Bd. 57.

2) Archiv für Psychiatrie u. Nervenkrankh. Bd. III.

mühungen vor der Hand scheiterten. Denn wenn man die anderen Körpertheile von der Reizwirkung nicht ausschliesst, so bereiten die in ihnen entstehenden Muskelzusammenziehungen der Beobachtung allerlei Schwierigkeiten.

6. Reflexionen.

Fechner sagt irgendwo: „Die Sicherstellung, Fruchtbarkeit und Tiefe einer allgemeinen Ansicht hängt überhaupt nicht am Allgemeinen, sondern am Elementaren. Entsprechend wird es gelten, Elementargesetze zwischen Körper und Geisteswelt zu finden, um statt einer allgemeinen Ansicht eine haltbare und entwickelte Lehre davon zu gewinnen; jene aber werden hier wie dort nur auf elementare Thatsachen begründet werden können.“ Damit sind die Gründe vollkommen angegeben, welche mich abhielten, schon jetzt Folgerungen von grösserer Tragweite aus den von mir über Veränderung der Reaction angestellten und oben beschriebenen Versuchen zu ziehen, obschon ich glaube, dass gerade sie einen Theil, aber allerdings nur einen Theil der elementaren Thatsachen enthalten, die für eins jener Elementargesetze erfordert werden. Speculationen über Gehirn- und Geistesthätigkeiten sind mit Recht in so grossen Misscredit gekommen, dass man in der That auch mit einem Uebermaass von Vorsicht noch richtiger handeln würde.

Wenn wir uns nun von Anfang an trotz der Versuchung, welche nicht nur in der Materie an und für sich, sondern auch in der Natur der von uns gefundenen überraschenden Thatsachen lag, in den vorsichtigsten Ausdrücken bewegten, und fern von Verallgemeinerungen hielten, so hofften wir, dass dadurch nach keiner von beiden Seiten hin Anlass zu irrthümlichen Auffassungen würde gegeben werden. Im Gegentheil setzten wir voraus, dass das von uns eingeschlagene Verfahren von den nach uns Arbeitenden, wie es gemeint war, aufgefasst und als zweckmässig adoptirt werden würde. Hätten wir es für nützlich gehalten Consequenzen zu ziehen, so würde uns das um Vieles leichter geworden sein, als das Aufsuchen der bezüglichen Thatsachen. Um so weniger erwarteten wir, die unmittelbar aus den Versuchen resultirenden Folgerungen an-

gefochten zu sehen. Diese Hoffnungen sind nicht überall in Erfüllung gegangen, so dass es nöthig wird, den früher gefundenen Thatsachen sowohl als den neu gefundenen einige Erläuterungen hinzuzufügen. —

Wir sind in den vorgetragenen Studien sehr wesentlichen Differenzen zwischen der centralen und peripheren motorischen Reaction begegnet. Die beiden Pole wirken hier ganz und gar anders wie dort, und ebenso ist, wie ich hier hinzufüge, der Verlauf der Zuckungen ein anderer. Sie sind lang hingezogen, etwa wie die eines dem Nerveneinflusse entzogenen Muskels. Wir hatten schon früher vermieden, eine bestimmte Meinung darüber auszusprechen, ob wir Zellen oder Fasern, Endstationen oder Zwischenstationen der psychomotorischen Kette reizten, und wir enthalten uns dessen noch jetzt. Dagegen hatten wir nachgewiesen, dass der Reiz bekannte reflectorische Bahnen nicht beschritte. Wenn nun Jemand den Schluss ziehen wollte, die ursprünglich gereizten Theile seien *wegen jener Differenzen* keine centralen Ausbreitungen der motorischen Nerven, so ist es klar, dass ihm zu einem solchen Schlusse jede Basis fehlen würde. Denn es ist durch nichts erwiesen, dass centrale Fasern oder wenn man will Zellen, die im Zusammenhange mit peripheren stehen, ebenso reagiren müssen, wie diese. Es ist im Gegentheil nach Allem, was wir wissen, wahrscheinlich, dass sie anders reagiren. Endlich haben die geschilderten Vorgänge überhaupt keine Analogie in der Peripherie. Man wird sich also zunächst wohl mit der Annahme begnügen müssen, dass ihre Besonderheit auf besonderen Eigenschaften des Centralorgans beruht. —

Das ätherisirte Gehirn zeigt ferner eine gewisse oberflächliche Aehnlichkeit in seinem Verhalten gegen elektrische und gegen Reflexreize, während periphere motorische Nerven durch die Einverleibung des Aethers bekanntlich nicht afficirt werden. Wenn man nun deshalb annehmen wollte, der Reizeffect käme auf dem Wege eines *unbekannten hypothetischen* Reflexbogens zu Stande, so wäre das nicht minder falsch, selbst wenn vollkommen gleiches Verhalten des ätherisirten Gehirns gegen den elektrischen und den Reflexreiz bestände, was

keineswegs der Fall ist, wie ich oben ausführlich nachgewiesen habe.

Das Aufhören der Reflexbewegung bedeutet einfach Ausfallen desjenigen centralen Mechanismus, dessen der äussere Reiz zur Uebertragung bedarf. Ein ähnlicher Sinn, nur für ein anderes Organ, ist dem Aufhören der elektrischen Erregbarkeit der Centren unterzulegen. Nun sehen wir, dass die einzelnen Centralapparate durch die verschiedenen Narkotika selten sämmtlich gleichzeitig oder in gleichem Grade, sondern in den verschiedensten Gruppirungen ausser Thätigkeit gesetzt werden. Das Athmungscentrum z. B. functionirt in vielen Fällen bis zuletzt. In anderen Fällen wird es dagegen gleich zu Anfang afficirt, wie im Menschen bei Verunreinigung des Chloroform. An Hunden zumal ist Chloroformtod gleich bei Beginn der Inhalation sehr gewöhnlich. Grade die Centralapparate der bewussten, willkürlichen Bewegung pflegen aber bei der Chloroformirung und Aetherisirung schon vor den Reflexapparaten ihre Function einzustellen. Es würde also schon deshalb Nichts bewiesen sein, wenn schliesslich beide auch gegen den elektrischen Reiz gleichmässig unempfindlich gefunden würden. Nun habe ich aber nachgewiesen, dass die Grosshirncentra schwerer und ungleichmässiger, jedenfalls also in anderer Weise unempfindlich werden, als die Reflexcentra, soweit man überhaupt die angewendeten Reizmethoden nebeneinander stellen kann. Alles in Allem bedeuten also die vorhandenen Erscheinungen nichts Anderes als zeitweise Eliminirung einer Anzahl von Centralapparaten, die wir selbst durch das Experiment nur höchst unvollkommen abgrenzen können. Damit glaube ich hinreichend bewiesen zu haben, dass man vorläufig und bis neue unzweideutige Thatsachen beigebracht sein werden, mit der Deutung vorsichtiger Weise nicht weiter gehen kann, als wir gegangen sind, während die Mitwirkung von reflectorischen Vorgängen schon durch das, was wir wissen, ausgeschlossen scheint. —

In unserer mehrfach citirten Abhandlung hatten wir die Resultate zweier an Hunden ausgeführten, streng localisirten Exstirpationsversuche beschrieben. Die Verletzung war in dem

von uns sogenannten Centrum für die rechte Vorderextremität angebracht worden. Der Erfolg war, dass die Thiere die genannte Extremität zwar noch gebrauchten, dass sie dieselbe aber unzweckmässig aufsetzten und, wie sich aus allerlei Versuchen schliessen liess, nur noch ein mangelhaftes Bewusstsein von ihren Zuständen besassen. Ich selbst habe diese Versuche bereits im Jahre 1870 mit ähnlichem Erfolge vervielfältigt und variirt.

Nothnagel[1]) hat in neuester Zeit von einer gleichen Idee ausgehend, aber nach einer anderen Methode, fast das gesammte Grosshirn localisirten Verletzungen unterworfen und ist damit zu einer Reihe interessanter Resultate gelangt. In der ersten Abtheilung seiner Arbeit beschreibt er nun auch die Erfolge von Läsionen der von uns gewählten Region. Ich constatire mit Freuden, dass die Schilderung Nothnagel's der unsrigen auf das Haar gleicht. Die einzigen scheinbaren Differenzen bestehen darin, dass die von uns hervorgebrachten Krankheitssymptome länger anhielten, und dass Nothnagel andererseits auch die gleichnamige Hinterextremität mit betroffen fand. Der erste Punkt erklärt sich einfach aus der in Folge der Trepanation bei uns grösseren Erheblichkeit der Verletzung. Mitbetheiligung der hinteren Extremität habe ich allerdings ebenfalls, indessen nicht constant und sehr vorübergehend beobachtet. Wenn man die von mir in der vorliegenden Abhandlung S. 413 f. angeführten Thatsachen berücksichtigt, so wird man das begreiflich finden.

Ungeachtet dieser so gut wie vollständigen Uebereinstimmung der Versuchsergebnisse und ungeachtet dessen, dass Nothnagel unsere Auffassung des gesetzten pathologischen Zustandes vollkommen adoptirt, bestehen aber Meinungsverschiedenheiten in der Deutung zwischen Nothnagel und uns, die auf Missverständnissen beruhen und die ich lebhaft bedauere.

Wir hatten nicht ohne Absicht gerade an den Schluss unserer Arbeit folgenden Satz gestellt: „Es geht ferner aus der

---

1) A. a. O.

Summe aller unserer Versuche hervor, dass keineswegs wie Flourens und die Meisten nach ihm meinten, die Seele eine Art Gesammtfunction der Gesammtheit des Grosshirns ist, deren Ausdruck man wohl im Ganzen aber nicht in seinen einzelnen Theilen durch mechanische Mittel aufzuheben vermag, sondern dass vielmehr sicher einzelne seelische Functionen, wahrscheinlich alle, zu ihrem Eintritt in die Materie oder zur Entstehung aus derselben auf circumscripte Centra der Grosshirnrinde angewiesen sind.“ Denn in der That folgt die Wahrheit dieses Satzes mit aller wünschenswerthen logischen Schärfe aus unseren Versuchen und wir betrachteten diese Wahrheit als die werthvollste Errungenschaft unserer Arbeit.

Wenn Reizung bestimmter Stellen bestimmte Muskeln in Bewegung setzt, und Zerstörung dieser Stellen die Innervation derselben Muskeln alterirt, wenn Reizung und Zerstörung anderer Stellen ganz und gar keinen Einfluss auf die Muskelinnervation ausübt, so scheint mir das hinreichend beweisend zu sein für den Satz, dass die einzelnen Theile des Grosshirns nicht gleichwerthig sind; und diesen Satz wollten wir beweisen.

Nothnagel wendet sich hingegen wieder der alten Ansicht zu, obwohl seine Versuche gerade unsere Ansicht durch Vervollständigung des Beweismaterials unterstützen. Er kommt zu dem Schlusse, dass eine strenge Localisation der geistigen Functionen auf bestimmte Centren der Grosshirnrinde nicht vorhanden ist.“ Ich setze den Fall, Nothnagel hätte neue Beweise für diesen Satz beigebracht, so würde ich ihm demnach nicht zustimmen können, sondern irgendwo einen Irrthum vermuthen und nicht ruhen, bis ich denselben gefunden hätte. Denn die Ansicht Flourens' ist a priori unmöglich, wenn unsere sonstigen Anschauungen von den Functionen dieser und besser bekannter Theile des Nervensystems richtig sein sollen. Sie setzt voraus, dass wir heute Ganglien und Fasermassen zum Gehen gebrauchen können, die uns gestern nicht zum Gehen, sondern vielleicht zum Hören oder Riechen, jedenfalls zu anderen Zwecken, ge-

dient haben. Sie setzt voraus, dass die centralen Endorgane eines Nerven, z. B. des Hörnerven, plötzlich zum Theil ihrer ursprünglichen Function entfremdet und zu etwas Anderem, z. B. zur Muskelbewegung, verwendet werden könnten. Und was würde inzwischen aus dem Hören? Oder aber, um uns eines ganz abstracten Ausdruckes zu bedienen, sie setzt voraus, dass das materielle Substrat für sämmtliche nach Innen und sämmtliche nach Aussen gerichtete Functionen, sowie für etwaige Zwischenfunctionen ein einheitliches sei, obwohl schon die morphologische Betrachtung lehrte, dass jenes Substrat als ein Complex von Endorganen peripherer Mechanismen verschiedenen Werthes aufzufassen ist.

Indem wir den exacten Beweis führten, dass die Vorstellung, die man sich von vornherein bilden muss, der Wirklichkeit entspricht, glauben wir einen Schritt vorwärts gethan zu haben. Durch seine Versuche thut Nothnagel diesen Schritt mit uns, durch seinen Schluss würde er ihn rückwärts thun, wenn er diesen bewiesen oder ihn in dem Sinne Flourens' gezogen hätte.

Der einzige von Nothnagel erbrachte Beweis besteht aber in dem mir freilich schon damals bekannten Umstande, dass die gesetzten Krankheitssymptome sich allmählig verlieren.[1]) Daraus lässt sich aber nicht das Geringste schliessen, denn der sich eröffnenden Möglichkeiten sind zu viele. Eine sehr einfache Annahme ist z. B. die, dass man durch den Eingriff nicht das ganze Centrum (nehmen wir an, es sei ein Centrum), sondern nur einen Theil zerstört hat, und dass der Rest nach geschehener Heilung zur Ausfüllung der Function hinreicht. Wenn man in Rechnung zieht, dass Nothnagel durch kleinere Läsionen 3tägige, und wir durch etwas grössere Läsionen 28tägige Störungen producirten, so drängt sich dieser Gedanke allerdings um so mehr auf, als eben durch den Eingriff zweifellos die Nachbarregionen des Heerdes in geringerem, also

1) S. meine Abhandlung: Ueber die Auffassung einiger Anomalien der Muskelinnervation. I. Arch. für Psych. u. Nervenkr. Bd. III. S. 324.

leichter heilbarem Grade alterirt werden. Dennoch bin ich weit entfernt, ihn für den einzig richtigen auszugeben.

Ferner scheint Nothnagel das Flourens'sche Werk nicht im Original auf diesen Punkt hin eingesehen zu haben, denn ich glaube doch nicht, dass er dasselbe meint wie Flourens. Das Missverständniss ist wahrscheinlich aus einer verschiedenen Auffassung des Wortes „circumscript“ hervorgegangen. Wir haben dasselbe im weitesten Sinne gefasst[1]), während Nothnagel ihm einen sehr engen Sinn unterlegt. Wir haben nicht daran gedacht, in dieser Beziehung irgend welche Grenzen für irgend ein Centrum anzugeben, noch die Möglichkeit zu behaupten oder auszuschliessen, dass ein solches doppelt vorkäme, sondern wir haben nur den Satz aufstellen wollen und wir erhalten ihn aufrecht, dass die einzelnen in Frage stehenden Hirnfunctionen sich bestimmter, irgendwo aber wohlbegrenzter Hirnorgane als centraler Endorgane peripherer Nervenausbreitungen bedienen, sowie dass diese Organe nur für jene und keine anderen Functionen tauglich sind und bleiben.

Auf eine ähnliche Weise erledigt sich auch der Zweifel Nothnagel's, ob wir eine directe motorische Lähmung annehmen oder nicht? Wir hatten nämlich nach einer detaillirten Beschreibung der vorhandenen Bewegungsstörung gesagt: „Das Thier hatte die Möglichkeit, die Vorderextremität zu bewegen nur unvollkommen verloren.“ Allerdings war ihm die Möglichkeit sein Bein normal zu bewegen aus den angeführten Gründen verloren gegangen. Ob indessen die grobe Kraft eine Einbusse erlitten hatte, darüber haben wir uns überhaupt nicht auslassen wollen. Denn es schien uns zweifelhaft und ohne weitergehende Deductionen kaum zu entscheiden, ob die nach-

1) Man vergleiche dazu den Text unserer Abhandlung an anderen Stellen. Der mit allem Vorbehalt gebrauchte Ausdruck „Centrum“ hat nur zur Bezeichnung der erregbarsten Stellen gedient. Dass die zwischen diesen Centren liegenden weniger erregbaren Theile ebenfalls in Beziehung zur Muskelbewegung ständen, haben wir zwar als selbstverständlich angenommen (a. a. O. S. 325), haben aber aus Mangel an einem directen Beweise nicht ausführlicher darüber gehandelt.

weisbare und von uns angeführte geringe Schwächung einzelner Functionen von der Beeinträchtigung der Vorstellungen über die Zustände dieses Beines abhinge, oder ein selbständiges Symptom sei.

Freilich hatten wir hieran einen Satz geknüpft, der mit dem, was von uns auf Seite 7 der Abhandlung recapitulirend über die centralen Stätten der Muskelbewegung gesagt war[1]) wohl einen Schluss auf unsere Ansicht über den Zusammenhang der Erscheinungen gestattete, und wie mir scheint unter einer bestimmten Voraussetzung auch eine bis zu einer gewissen Grenze unanfechtbare Erklärung in sich schliesst. Dieser Satz lautet: „Es bestand noch irgend eine motorische Leitung von der Seele zum Muskel, während in der Leitung vom Muskel zur Seele irgendwo eine Unterbrechung vorhanden war. — Möglicherweise betraf diese Unterbrechung die Endstation der hypothetischen Bahn für den Muskelsinn."

Die erwähnte Voraussetzung war für uns damals aber noch nicht hinreichend durch den Versuch erwiesen, sie besteht in dem exacten und durch den Inhalt der vorliegenden Abhandlung gelieferten Nachweise, dass die Erregung jener basalen Mechanismen auch von der gleichnamigen Hirnhälfte aus geschehen könne. In Ermangelung dieses Nachweises gebot die Vorsicht, unserer Meinung jene abstracte Form zu geben. Und dennoch bedaure ich noch, damals das Wort „Muskelsinn" gebraucht zu haben, insofern dasselbe von jeher zu allerlei Missverständnissen Veranlassung gegeben hat. Nothnagel hat indessen in weit bestimmterer Form die fraglichen Symptome als Störungen des „Muskelsinnes" bezeichnet. Dies bestimmt mich, meine eigene Auffassung derselben näher zu präcisiren, obwohl ich aus der bisher inne gehaltenen Reserve nur ungern, selbst

---

2) In den meisten Theilen des Hirnstammes, dann auch hinab bis in das Rückenmark giebt es eine Anzahl vorgebildeter Mechanismen, die einer normalen Erregung in ihrem Ganzen auf zwei Bahnen fähig sind. Die Eine verläuft von der Peripherie aus — die Bahn des Reflexes; die Andere strahlt vom Centrum her ein — die Bahn des Willens, der seelischen Impulse.

um wenige Schritte heraustrete. Denn in jede Rechnung mit diesen uns mehr und mehr bekannt werdenden Factoren, drängt sich eine unbekannte und kaum zu eliminirende Grösse — der Wille — ein. Ihm gegenüber stehen wir, wie zu den Elementarkräften, wir kennen nur seine Erscheinungsweisen, nicht sein Wesen und seine innere Begrenzung.

Wir hatten den Zustand unserer Versuchsthiere folgendermaassen charakterisirt: „sie hatten offenbar nur ein mangelhaftes Bewusstsein von den Zuständen dieses Gliedes, die Fähigkeit sich vollkommene Vorstellungen über dasselbe zu bilden, war ihnen abhanden gekommen", und wir konnten dies mit Sicherheit schliessen aus der Analyse der Bewegungsstörungen, die nach Zertrümmerung derjenigen Rindenstelle entstanden, deren Reizung die nun gestörten Muskeln in Bewegung setzte. Die nun zu beantwortende Frage lässt sich sehr einfach folgendermassen präcisiren: Ist das ausgeschlossene Centrum dasjenige Organ, welches die fragliche Muskelbewegung allein beherrscht, oder giebt es noch neben dem allgemeinen Willensorgane — ein solches vorausgesetzt — ein anderes centrales motorisches Organ innerhalb derselben Auslösungskette?

Wir können, indem wir uns übrigens der äussersten Kürze [1]) befleissigen, auf bekannte Erfahrungen über mässige Bewegungen mit nicht ermüdeten Muskeln zurückgehen. Man weiss, dass die durch die Muskelaction in unserem Bewusstsein entworfenen Bewegungsbilder ausserordentlich scharf sind. Ein geschickter Maler würde z. B. eine von ihm selbst bei geschlossenen Augen eingenommene Positur genau wiederzugeben im Stande sein. Dennoch weiss das Bewusstsein von den bewegenden Factoren Nichts. Auch die durch unmittelbare Anschauung oder anderweites Studium gewonnenen Vorstellungen fallen so sehr in ein anderes Gebiet hinein, dass sie zur Er-

---

1) Vergl. hierzu meine Abhandlungen: Ueber die Auffassung einiger Anomalien der Muskelinnervation. I. A. a. O., und: Ueber die beim Galvanisiren des Kopfes u. s. w. a. a. O.

kennung der jedesmal in der Peripherie wirkenden Bewegungskräfte wenig genug beitragen. Diese sind für die einzelnen Bewegungsformen bisher noch nicht einmal hinreichend bekannt, und müssen jedesmal erst durch Induction gefunden werden. Dazu hilft z. B. das Zufühlen mit dem Finger weit mehr, als die noch so oftmalige Wiederholung der Bewegung.

Gleichwohl ist es klar, dass sehr genaue Vorstellungen über die Zustände der Muskeln entstehen müssen — das lehren uns eben jene genauen Bewegungsbilder —, und gleicherweise ist es klar, dass diese Bewegungsbilder vorwiegend auf die Perception der Muskelzustände[1]) zurückzuführen sind — das lehren uns die bekannten Bewegungstäuschungen bei den Augenmuskellähmungen.

Wenn nun unsere Vorstellungen über die Muskelzustände des eigenen Körpers dennoch nicht die Schwelle des klaren Bewusstseins überschreiten, und uns hierdurch den Einblick in das wahre Wesen der Vorgänge gestatten, so ist dies auf ein allgemein gültiges Gesetz zurückzuführen. Wir vermögen ganz allgemein von Innen heraus die Zustände der einzelnen Organe nur insoweit zu erkennen, als es für die Benutzung derselben zur Erhaltung des gleichmässigen Flusses der von ihnen abhängenden Reihe von Lebenserscheinungen erforderlich und ausreichend ist.

Innerhalb der damit gezogenen Grenze bildet aber die Uebermittlung von solchen grossentheils unbewussten Vorstellungen über jede einzelne Bewegungsphase eine der nothwendigen Vorbedingungen für den normalen Ablauf der ihr folgenden Phase, und man hat hiernach, wenn man auch die scheinbare Muskelruhe als eine Bewegungsphase auffasst, ganz allgemein in den Muskelzuständen eine der verschiedenen Ursachen zu erkennen, welche den Organismus zu den willkürlichen Bewegungen veranlassen, und diese selbst reguliren. Nehmen wir an, es gäbe keine anderen Sinnesreize und Wahrnehmungen, und wir hätten es vielmehr mit einer einfachen,

---

1) Weniger also auf Gelenke, Haut u. dgl.

mit dem Impulse versehenen Bewegungsmaschine der gedachten Art zu thun, so können wir uns auf Grund des eben Entwickelten sehr wohl vorstellen, dass eine solche zur Ausführung zweckmässiger Bewegungen ausreicht.

Da wir nun in den von uns bezeichneten Rindentheilen ein Organ erkennen, welches mit seiner Function den geschilderten Theil des psychischen Vorganges deckt, so sehe ich nicht die Nothwendigkeit, dass der Wille als Solcher noch ein besonderes und anderes motorisches Organ in sich schliesse. Wenn in Folge des Zusammenwirkens einer Anzahl neu anlangender oder aufbewahrter Sinneseindrücke die Forderung einer Bewegung entsteht, so gewinnt diese Forderung niemals ihre Gestalt etwa in dem Antriebe: innervire Muskel *a*, *b*, *c*, damit Arm n den Winkel x mache, sondern es heisst „nimm", „schreibe", „sprich" u. s. w. Die Organe, welche wir nun kennen, scheinen mir zu genügen, um das normale Vonstattengehen der so einmal in Fluss gebrachten Bewegung im Allgemeinen zu begreifen. Im Einzelnen bestehen freilich noch Unklarheiten genug.

Brücke hat vor Kurzem die von uns erzielten Bewegungsstörungen in bündiger Weise der Aphasie an die Seite gestellt. Wenn man den Ablauf des Redens und seine Störung durch jene einzige noch verfolgbare Rindenerkrankung sich vergegenwärtigen will, so braucht man in der That nur die entsprechenden Begriffe in die eben vorgetragene Erwägung einzufügen.

7. Anatomisches[1]).

Wenn die soeben gegebene genauere Begrenzung des motorischen Gebietes ihre volle Wichtigkeit für die menschliche Pathologie und die vergleichende Physiologie gewinnen soll, so muss vorher die Uebertragung der bezeichneten Grenzen auf die äusseren Flächen des menschlichen Gehirns möglich ge-

1) Ich habe sowohl auf der Tafel als im Texte die früher einmal angenommene Nomenclatur und in Folge dessen auch die Zahlen Owen's der nothwendigen Einheit wegen für die Furchen beibehalten. Rücksichtlich der Windungen war dies nicht möglich. Gleichwohl wird man sich mit Leichtigkeit zurechtfinden.

macht sein. Welches Interesse das Gelingen dieser Aufgabe für sich in Anspruch nehmen dürfte, brauche ich kaum auszuführen. Inmitten der bisher räthselvollen Windungsfelder des Menschengehirns wäre ähnlich wie am Hundehirn ein Gebiet abgegrenzt, das sich durch eine ihm eigenthümliche Function nicht nur von den Nachbargebieten unterscheidet, sondern auch durch dieselbe und vermöge seiner Lagerung zwischen den übrigen Theilen des Mantels für diese wieder, sei es vordere sei es hintere Grenzen zeichnet.

Seit dem Erscheinen unserer Arbeit über die elektrische Erregbarkeit des Grosshirns sind zwei Fälle von Läsion der Hirnrinde des Menschen publicirt worden, die zur Erklärung ihres Symptomencomplexes auf jene experimentellen Resultate zurückgreifen mussten. Den ersten Fall hatte ich selbst das Glück zu beobachten[1]), den anderen Fall publicirte Wernher[2]) ohne den meinigen damals zu kennen. Beidemale hatte die Zerstörung die Region des Klappdeckels betroffen. Es ist sehr bemerkenswerth, wie Wernher durch die Uebereinstimmung der Symptome und die Kenntniss unserer Untersuchungen zu ganz denselben Ueberlegungen und Schlüssen geführt wurde, als ich selbst. Indessen machte sich uns Beiden der Mangel einer vergleichenden Anatomie der Hirnwindungen um so mehr fühlbar, als wir in Folge sehr geringer Verschiedenheiten in Sitz und Symptomen der Läsion die Oertlichkeit des in Frage kommenden Innervationsheerdes sehr verschieden auffassten. In Wernher's Falle hatte die Zertrümmerung der Rinde in das Gebiet der dritten Stirnwindung übergegriffen und so neben motorischen Störungen das Symptom der Aphasie veranlasst. Hieran anknüpfend verlegt er, allerdings in vorsichtiger Weise, das ganze erregbare Gebiet in den Frontallappen. Ich selbst bin, wie ich dies sofort zu begründen versuchen werde, geneigt, die identischen Felder in der Scheitelregion zu suchen. Aehnliche Meinungsverschiedenheiten werden sich, wie die Sachen jetzt liegen, bei jeder Anwendung

---

1) Arch. für Psychiatr. u. Nervenkrankh. Bd. III.
2) Virchow's Arch. Bd. LVI. H. 3.

auf die menschliche Pathologie ohne Zweifel wiederholen. Schon deshalb wäre es ausserordentlich wünschenswerth, wenn die soeben gestellte Aufgabe einer baldigen Lösung entgegengeführt würde.

Wenn ich nun auch ohne Weiteres zugestehe, dass derartige Aufgaben den Anatomen zufallen, so mag man, wegen des nachgewiesenen Bedürfnisses, doch mir dem Nichtanatomen erlauben, eine vorläufige Ansicht auszusprechen. In den gesammelten Erfahrungen einerseits, in gewissen beim Hunde und beim Menschen mit Sicherheit zu identificirenden Hirnprovinzen andererseits besitzen wir einige Anhaltspunkte, die dazu ausreichen. Mögen die Anatomen von Fach und auch die Aerzte, welche glücklich genug sind Krankenhausmaterial zur Beobachtung zu haben, meine Ansicht prüfen.

Ich halte die erregbare Oberfläche des Hundehirns für entsprechend der menschlichen Scheitelregion. Danach würde der Vorderlappen des Hundes nach hinten begrenzt sein durch die Furche 14 oder durch den Einschnitt, welcher die vordere Verlängerung der Sylvischen Grube (S. 5, Fig. 2) ausmacht. Die hinteren Grenzen des Scheitellappens markiren sich deutlicher durch eine Linie, welche man von der Knickungsstelle der sylvischen Windung durch die Knickungen der um jene concentrisch gelagerten Windungen nach einer der obersten Knickung gegenüberliegenden und sich an der inneren Fläche des Randwulstes vorfindenden Einkerbung (s. Fig. 3) zu ziehen hat. Was dahinter liegt ist Hinterhauptslappen, resp. Schläfenlappen, der Stammlappen ist niedrig aber lang gestreckt, so dass er, nach seinem Verhältniss zu den grossen Ganglien bestimmt, nach vorne bis basalwärts dicht vor die Furche 14 reicht. Meine Gründe sind Folgende.

Jeder Versuch zur Vergleichung der Gehirne höherer Thiere muss zunächst an die Fossa Sylvii, dann wegen der constanten Strahlungsverhältnisse vom Hirnschenkel und Balken aus, nothwendigerweise an den Stammlappen und die mediale Mantelfläche anknüpfen. Die vordere Grenze des Stammlappens lässt sich durch Frontalschnitte, wie ich sie angab, darlegen.

Die Fossa Sylvii erlaubt einen Theil der hinteren Abgrenzung der Scheitelregion ohne Weiteres zu erkennen. Die mediale Hälfte dieser Grenze, soweit sie auf der Convexität liegt, ist beim Menschen nur zu einem Theile durch die dem Hunde fehlende Fissura parieto-occipit. scharf bestimmt. Wenn man die soeben für den Hund von mir angenommene hintere Grenze will gelten lassen, so würde der Scheitellappen nach hinten bei weitem schärfer definirt sein, als am Menschen. Meine Annahme stützt sich auf das constante Vorkommen der erwähnten Knickungen, an deren Stelle man sogar nicht selten Furchenbildung trifft (s. Fig. 1 rechte Hemisphäre), und auf die ebenso constant an, oder wenigstens dicht vor ihnen abschneidende physiologische Reaction. Diese Thatsachen mögen vielleicht nicht absolut zureichend sein. Auf alle Fälle gestatten sie zusammen eine natürliche anatomische und physiologische Abgrenzung. Jede andere Grenzlinie würde sich bei dem jetzigen Standpunkte unseres Wissens auf willkürliche Trennungen stützen müssen.

Es würde sich also für unseren Zweck im Wesentlichen um die Bestimmung der vorderen Grenze dieses Lappens handeln.

Vergleicht man die mediale Fläche des Menschen und Hundehirns, so wird man sofort durch eine im ersten Augenblick unerklärlich scheinende Differenz frappirt. Der Sulcus calloso-marginalis beginnt beim Menschen bereits in der Höhe des Balkenknies, um stark nach hinten gegen den freien Rand des Randwulstes in einen typischen Einschnitt auszulaufen. Die fast stets breit überbrückte Verlängerung der Furche gegen das Splenium des Balkens hin pflegt weniger ausgeprägt zu sein, als ihr vorderer Theil. Beim Hunde steigt die Furche hingegen vom Hippocampus auf, um in der Fissura frontalis (Owen) zu endigen. Am auffallendsten ist aber der Umstand, dass diese Furche, welche beim Menschen nur mit einer geringen Einkerbung endet, beim Hunde, sowie bei einer grossen Zahl anderer Thiere an der genannten Stelle eine Bedeutung annimmt, die sie vor allen anderen Furchen auszeichnet. Sie dringt bis fast an den lateralen Rand der Hemisphäre vor und spaltet dieselbe fast bis auf das Niveau des Balkens. Ich habe die einzelnen Furchen und

Windungen von 69 Gehirnhälften verglichen und neben äusserst zahlreichen Varietäten aller anderen Furchen nur 9 Abweichungen in der Bildung der Fissura frontalis gefunden. Sechs von diesen waren ganz unwesentlich. Fünfmal gabelte sich ihr laterales Ende (Fig. 1 rechte Hemisphäre) und einmal mündete die unmittelbar hinter ihr liegende Einkerbung in ihr mediales Ende ein. Von den drei wesentlichen Abweichungen wird noch die Rede sein. Ueberbrückungen der Fissura frontalis kommen nie vor.

Der Mensch besitzt keine gleichgeartete Furche. Die einzige ähnliche, die Furche Rolando's durchschneidet den Gyrus marginalis nicht. Da nun ein absolutes Neuauftreten einer so typischen Bildung auf einer niedrigeren Entwickelungsstufe ganz unerhört sein würde, so musste man, um aus der einfacheren Form des Hundes die complicirtere des Menschen zu erklären, sofort an die gewöhnlichen Einflüsse der höheren Entwickelung denken, an Massenzunahme klein angelegter Theile, wodurch die auf der niederen Stufe bereits vorhandenen Trennungslinien complicirtere Formen annehmen. Man musste vermuthen, dass sich beim Menschen an Stelle der beschriebenen mächtigen Furche ihrer zwei mit einer dazwischen eingeschobenen Windung vorfinden würden. Die eine Furche der Sulc. calloso-marg. war bei beiden Species gegeben, die andere konnte füglich nur die Centralfurche sein, denn nur sie unterbricht ähnlich wie die Furche 14 des Hundes, mit ihrem senkrecht auf der grossen Längsspalte stehendem Verlaufe den regelmässigen Zug der übrigen Windungen. Hiernach hat man sich also die in Rede stehende Furche aus Sulcus centralis und call. marg. zusammengeflossen zu denken.

Gleichartige Entwickelungstufen sind auch am Gehirn wohlbekannt, so z. B. das Zusammenfliessen des Sulc. calcarinus und Hippocampi bei vielen Affen. Es lag mir indessen daran, diese Vermuthung, bevor ich sie ausspräche, auch durch andere thatsächliche Beweise zu unterstützen. Ich habe deswegen jene 69 Hirnhälften, welche ich zu anderen Zwecken mir aufbewahrt hatte, sämmtlich auf die Entwickelung der medialen freien Fläche geprüft. Ich fand dabei Verhältnisse, denen eine gewisse Beweiskraft nicht abzusprechen sein wird.

Zunächst traf ich auf die oben erwähnten drei Hirnhälften, bei denen sich in der That eine Trennung der sonst zusammenfliesenden Sulc. call. marg. und frontal. vorfindet, wodurch denn die Auffassung der Furche 14 lediglich als Ausläufer der anderen Furche ganz wegfällt (s. Fig. 3). Ausserdem muss das Gehirn der Katze verglichen werden. Bei dieser trennen sich die fraglichen beiden Furchen in der Norm so, wie es beim Hunde als Ausnahme vorkommt.

Ferner wurde mir auf Grund der von Reichert vertretenen Ansicht über den Hauptzweck und die Entstehung der Furchenbildung die oben erwähnte Differenz zwischen Sulc. call. marg. des Menschen und des Hundes sehr erklärlich Reichert wies bekanntlich, ohne damit andere Zwecke ausschliessen zu wollen, den Furchen vorzugsweise die Bestimmung zu, das Eindringen grosser Gefässe in die Tiefen der Substanz zu ermöglichen. Andere Gesichtspunkte lassen sich mit dem genannten sehr wohl vereinigen. Denn mit der grösseren Entwickelung der Massen stellt sich die Forderung entwickelterer Ernährungswege heraus. Wenn man nun auch für die Glieder derselben Species der Ansicht Galen's bleiben mag, dem bereits die Qualität der Hirnsubstanz mehr galt, als ihre Quantität, so wird man doch für die verschiedenen Species auch der anderen Ansicht, welche, abgesehen von dem nachgewiesenen Einflusse der Körpergrösse, mit der grösseren Entwicklung der Fähigkeiten Schritt haltend eine materielle Zunahme des Centralorgans voraussetzt, Raum lassen müssen. So geht denn allerdings Reichthum der Furchen und der Fähigkeiten Hand in Hand.

Wenn nun dem Hunde der beim Menschen so entwickelte Vordertheil des Sulc. call. marg. fehlt, so erklärt sich dies dadurch, dass der ganze, vor dem Gyrus praefrontal. (Owen) — d. h. der vorderen Centralwindung nach meiner Ansicht — gelegene Theil des Hirns nur aus einer dünnen Platte besteht, auf der drei rudimentäre Windungen unerhebliche Auflagerungen bilden. Für deren Ernährung ist durch die zwischen ihnen verlaufenden Gefässe sowie durch oberflächlich liegende Stämmchen, welche gänzlich dem Verlaufe des menschlichen Sulc.

call. marg. folgen (Fig. 3), hinlänglich gesorgt. Uebrigens findet man an ihrer Stelle, bei stärkerer Entwickelung des Vorderhirns auch gar nicht selten tiefere Einschnitte, während es zur Bildnng einer zusammenhängenden Furche niemals kommt. Beim Menschen liegen an Stelle dieser rudimentären Windungen die mächtig entwickelten Gyri des Stirnhirns.

Die hintere Hälfte des Hundehirns, dem obenein noch der Sulc. pariet. occip. fehlt, ist hingegen nicht nur in Bezug auf die vordere Hälfte sondern auch im Vergleich mit dem Menschenhirn im Querdurchmesser relativ sehr entwickelt. Dem entsprechend greift der von mir angedeutete Zug der Gefässe mit tiefem Einschnitte zwischen Rand- und Zwingenwulst ein.

So könnte denn die vordere Grenze des Scheitellappens, wenn man der einen Schule folgen will, als abschneidend mit der Rolando'schen Furche gedacht werden; damit wäre aber der streitige Punkt berührt, ob die vordere Centralwindung zum Stirnlappen oder ob sie zum Scheitellappen zu rechnen sei. Der physiologischen Reaction nach gehört beim Hunde ihr lateraler Theil zum Scheitellappen, ihr medialer Theil zum Stirnlappen. Der anatomische Standpunkt hat aber hier mindestens das gleiche Recht. Nach ihm ist entschieden die ganze vordere Centralwindung (d) des Hundes zum Scheitellappen zu rechnen. Denn sie ist durch den Einschnitt 5, welcher die vordere Verlängerung der Einfassung der Sylvischen Grube ausmacht, gänzlich von Stirnlappen getrennt, und dem Scheitellappen unmittelbar angehängt.

Uebrigens scheint mir, dass der vergleichende Physiologe und Anatom aus den am Hundehirn, wegen seiner einfachen und doch hoch entwickelten Gliederung, durchsichtigen Windungsverhältnissen, für genauere Ortsbestimmungen wird Nutzen zu ziehen vermögen. Es ist klar, dass Zusammengehöriges nicht durch tiefe Furchen getrennt sein kann. Denn dadurch würde, wegen der nothwendigen Verbindungsbahnen, eine unendliche Verschwendung an Raum und Material veranlasst werden. Unter diesen Umständen wird die fächerförmige Anordnung der vier concentrisch um die sylvische Furche gelagerten Windungszüge dem sich an die morphologische Ausbeute dieser Unter-

suchungen machenden Forscher werthvolle Anhaltspunkte bieten.

Wollte man sich nun nach unseren Anschauungen das Menschenhirn aus dem des Hundes entwickeln lassen, so würde man zunächst den relativ und absolut ungemein kurzen medialen Rand der Scheitelregion (s. Fig. 3 P.) entsprechend der lateralen Ausdehnung dieser Theile unter Differenzirung der Furche Rolando's und der Balken-Randfurche anwachsen lassen. Dieses hauptsächlich nach hinten gerichtete Wachsthum würde der Sylvischen Grube ihren schrägeren Verlauf geben, und den Hinterhauptslappen über das Kleinhirn drängen. Aus der Gegend der Centralfurche stiege, wie bei der fötalen Entwickelung, der Klappdeckel gegen die Sylvische Grube herab, und mit der Ausbildung der erwähnten drei frontalen Auflagerungen zu den Stirnwülsten des Menschen, wodurch die Centralfurche vollends an den ihr zukommenden Platz gelangte, wäre eine Formation gegeben, der zum vollständigen Sichdecken nur die von der Massenhaftigkeit bedingte mäandrische Form der Furchen und Windungen fehlt.

Ich wiederhole die Hoffnung, dass das Aussprechen dieser meiner Ueberzeugungen die Kritik der pathologischen Erfahrungen, sowie der systematischen, anatomischen Untersuchung herausfordern werde, und bemerke noch dass ich auf Heranziehung der Literatur verzichten musste, da mir der Anspruch, eine Monographie über Hirnwindungen schreiben zu wollen, ganz fern lag.

Die in der vorstehenden Arbeit beschriebenen Untersuchungen wurden zum grössten Theile in dem Zimmer der Assistenten des anatomischen Instituts zu Berlin angestellt Ich sage diesen Herren, insbesondere Hrn. Fritsch, sowie dem Dirigenten des Institutes Hrn. Geh. Rath Reichert für die mir auf lange Zeit bereitwillig gewährte Ueberlassung dieses Arbeitsraumes meinen verbindlichen Dank. Ebenso kann ich nicht unterlassen Hrn. Dr. Fischer, derzeit klinischem Assistenten in Erlangen und Hrn. stud. Prawitz, welche theils im Winter-, theils im Sommersemester 1872-73 diesen Unter-

suchungen mit grosser Aufopferung an Zeit und Mühe assistirten, auch an dieser Stelle meinen Dank auszusprechen.

Zürich im August 1873.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Hundegehirn von oben gesehen. Die linke Hemisphäre gehörte einem Pinscher, die rechte einem Bulldoggenbastard au. An letzterer sieht man Gabelung der Fissura frontalis und Begrenzung des Scheitellappens nach hinten durch tiefe Secundärfurchen. Die Gyri sind rechts auseinander gezogen.

5 Sylvian
8 Supersylvian
8′ Ektosylvian
9 Postsylvian
11 Lateral
12 Coronal
14 Frontal
} Fissure.

△ Centrum für die Stammmuskeln.
+, + } Centra für die Vorderextremität.
Centrum für die Hinterextremität.
| Eine der Verbindungsstellen für beide Extremitäten.
✿ Centrum für die geraden Augenmuskeln und den Facialis (oberer Theil).
◌ Centrum für den Facialis.
⁂ Centrum für den Facialis (unterer Theil).

„ 2. Linke Hemisphäre von vorn und der Seite gesehen. Die Zahlen wie bei Fig. 1.

2. Ektorhinal Fissure.
a. Gyrus frontal. 1.
b. „ „ 2.
c. „ „ 3.
d. „ präcentr.
e. „ postcentr.
f. „ pariet. 1.
g. „ „ 2.
h. „ „ 3.
i. „ tempor. 1.
k. „ „ 2.
l. „ „ 3.

m. Gyrus occipit. 1.
n. „ „ 2.
o. „ „ 3.
F. Lobus frontalis.
P. „ parietalis.
O. „ occipitalis.
T. „ temporalis.

Fig. 3. Mediale Ansicht einer rechten Hemisphäre.
P. Mediale Grenze des Scheitellappens. Der vordere Strich muss Gyrus d mit einschliessen.
C. c. Corpus callosum.
S. Sulcus calloso-marginalis (Huxley).
Man sieht wie die Furchen 7′ und 14 sich abnormer Weise nicht vereinigen.

Nachschrift.

Dr. Ferrier in London hat jüngst eine Wiederholung unserer Untersuchungen über die elektrische Erregbarkeit des Grosshirns publicirt. Nach seinen Angaben ist die erregbare Fläche viel grösser als wir sie früher bezeichneten und ich sie im Vorstehenden beschrieben habe. Nachdem ich die in Frage stehenden Versuche in der ausgiebigsten Weise wiederholt resp. neu angestellt habe, muss ich die Richtigkeit der von mir gezeichneten Grenzen aufrecht erhalten. Die abweichenden Resultate Ferrier's erklären sich aus der von ihm benutzten, etwas ungewöhnlichen Methode. Er reizt mit tetanisirenden Strömen des mit einem Zinkkohle-Element armirten du Bois'schen Schlittens — Rollenabstand 8, 6, auch 4 Cm. Ausführlicheres muss ich mir für Leser, die das Original nicht kennen, vorbehalten.

Ueber die physiologische Wirkung des Bromcalciums und anderer Kalksalze.

Von

Dr. Albert Eulenburg

und

Dr. Paul Guttmann,

Docenten an der Berliner Universität.

Zu den vorliegenden Untersuchungen wurden wir wesentlich angeregt durch die Mittheilungen des amerikanischen Neuropathologen Hammond[1]) über die therapeutische Verwendung des Bromcalciums bei Nervenaffectionen. Nach den Angaben dieses Autors soll das Bromcalicum ähnlich, jedoch weit intensiver wirken als das Bromkalium, und zwar soll diese intensivere Wirkung bedingt sein durch die grössere Zersetzbarkeit des Präparates und das leichtere Freiwerden des Broms. Letztere Angabe aber musste sofort unsere Zweifel erwecken, weil wir in einer früheren Arbeit „über die Wirkung des Bromkalium[2])“ gezeigt hatten, dass das Brom für die charakteristischen — auch therapeutisch wesentlichen — Wirkungen des Bromkalium, ganz irrelevant ist[3]), dass vielmehr das Bromkalium in seinen

---

1) New-York, med. Journ. 1872.

2) Virchow's Archiv, Bd. 41, S. 91.

3) In einer kürzlich veröffentlichten, verdienstvollen Arbeit von Dr. A. Mayer in Mainz „über die wahre Bedeutung der Reflexbe-

physiologischen und toxischen Wirkungen sich allen anderen Kalisalzen ganz analog verhält [1]).

Wir hatten demnach die Aufgabe, die Wirkungen des Bromcalciums zu prüfen und dieselben einerseits mit den Wirkungen anderer Kalksalze, andererseits mit den Wirkungen des Bromkaliums und der Kalisalze überhaupt zu vergleichen.

Die Versuche ergaben im Wesentlichen Folgendes:

1. Versuche an Fröschen. — Subcutane Injection von einem Gramm einer 25 procentigen Bromcalciumlösung (also = 1/4 Gramm Bromcalcium in Substanz) in den dorsalen Lymphsack des Frosches bewirkt in 20 bis 40 Minuten und auch noch etwas länger: Verlangsamung der Respiration, allmälig fortschreitenden Verlust der Motilität und Sensibilität (Toleranz gegen Rückenlage). Zu dieser Zeit ist die Fähigkeit zu Reflexbe-

---

wegungen" (Vierteljahrsschrift für praktische Heilkunde. 1872. 29. Jahrgang. Bd. IV. S. 56) heisst es in Bezug auf unsere Bromkalium-Versuche (S. 79) „jedoch hat sich die Ansicht dieser Forscher nicht bestätigt, dass die Hauptwirkung dabei dem Kali zukomme, indem Bromnatrium und Bromammonium, sowie auch Brom in Substanz sich unwirksam verhielten. Dem ist aber nicht so; andere Bromsalze leisten dasselbe, nur müssen sie in stärkerer Gabe gereicht werden". Der letztere Umstand würde, selbst wenn das Factum richtig wäre, dagegen sprechen, dem Brom die Hauptwirkung zuzuschreiben, indem man alsdann erwarten müsste, dass Dosen von gleichem Bromgehalt auch gleiche Wirkungen ausübten. Wir haben aber experimentell gezeigt, dass reines Brom, sowie Bromnatrium und Bromammonium ganz anders wirken wie Bromkalium, dass das Bromnatrium die Wirkung der Natronsalze, Bromammonium die Wirkung der Ammoniaksalze hat. Therapeutische Beobachtungen, an sich meist höchst zweideutiger Natur, können jenen experimentellen Ergebnissen gegenüber nicht in's Gewicht fallen; sie erhalten vielmehr erst durch die letzteren ihre entsprechende Beleuchtung.

1) Dieses experimentell gewonnene Ergebniss ist auch für die Therapie schon seit Jahren verwerthet worden, indem man dem Bromkalium vielfach ein anderes Kalisalz, das wohlfeilere Chlorkalium, bei der Behandlung der Epilepsie und anderer Nervenaffectionen substituirt hat, und zwar, wie übereinstimmende zahlreiche Mittheilungen in der Literatur beweisen, mit gleichem therapeutischen Erfolge.

wegungen noch vorhanden (Reaction auf mechanische oder chemische Reize); die Cornea reagirt, die peripherischen Nervenstämme und die Muskeln zeigen unveränderte Erregbarkeit. Die Herzcontractionen erfolgen vollkommen rhythmisch. — Die Reaction der Cornea, die Fähigkeit zu Reflexen und die Herzthätigkeit bleiben, wenn auch allmälig abnehmend, 1—2 Stunden erhalten. Der endliche Herzstillstand erfolgt in Systole des Ventrikels.

Bei Injection von 2 Ccm. der Lösung ist der Verlauf zwar ein wenig rascher, im Uebrigen aber vollkommen identisch mit dem eben beschriebenen.

Anders und viel energischer wirkt das Bromkalium.

Nach subcutaner Injection von nur etwa 0·1 bis 0·15 Gramm Bromkalium treten schon nach 10 Minuten oder etwas später die Vergiftungserscheinungen ein: allmäliger Verlust der willkürlichen Bewegung, der Reflexaction und Empfindung an der ganzen Körperoberfläche, Toleranz gegen Rückenlage, Reactionslosigkeit der Cornea, dauernde Sistirung der Athembewegungen, Schwäche und Verlangsamung der Ventrikelpulsation bei fortdauernden Contractionen der Atrien und endlich dauernder diastolischer Herzstillstand.

Das Bromcalcium ist also nicht (wie das Bromkalium und die Kalisalze überhaupt) ein intensives Herzgift. In seiner Wirkung auf das Nervensystem verhält es sich bei Fröschen dem Bromkalium zwar ähnlich, wirkt aber weit schwächer; die 3—4 fache Dosis des Bromcalciums kommt in der Wirkung erst der einfachen Dosis des Bromkaliums gleich. Frösche, in eine 2-procentige Bromkaliumlösung gelegt, sterben innerhalb 24 Stunden, in 2-procentiger Bromcalciumlösung hingegen bleiben sie am Leben, selbst in einer 4-procentigen Bromcalciumlösung starb ein Frosch erst am dritten Tage.

Zwei gleich grosse Frösche wurden gleichzeitig, der erste mit 1 Ccm. Bromkalium (25 pCt.), der andere mit ebenso viel Bromcalciumlösung — durch Injection in die dorsalen Lymphsäcke — vergiftet. Der erste Frosch zeigte nach 17 Minuten Toleranz gegen Rückenlage, Reactionslosigkeit auf Reize, Unempfindlichkeit der Cornea. Das blosgelegte Herz pulsirte nur

8—9 mal in der Minute; auf je 2, selbst 3 Contractionen der Vorhöfe kam erst eine Contraction des Ventrikels[1]).

Der zweite Frosch hingegen machte nach einer halben Stunde noch schwache spontane Bewegungen. Erst nach 52 Minuten war Toleranz gegen Rückenlage eingetreten; der Frosch respirirte jedoch noch (Kehlathmen) und reagirte auf mechanische sowie chemische Reize, auch die Cornea war noch empfindlich. — Bei dem ersten Frosch bestand zu dieser Zeit bereits völliger Herzstillstand in Diastole des Ventrikels und der Vorhöfe.

Jodcalcium und Chlorcalcium verhielten sich bei gleicher Dosis vollkommen übereinstimmend mit dem Bromcalcium. Nach Injection von 1 Ccm. einer 25-procentigen Lösung trat allmäliger Verlust der Motilität und Sensibilität ein, während die Fähigkeit zu Reflexen etwas länger erhalten blieb. Die Herzaction wurde durch Jodcalcium und Chlorcalcium ebensowenig beeinflusst wie durch Bromcalcium. Nach Injection von 1 Ccm. Jodcalcium schlug das blosgelegte Herz nach 75 Minuten noch rhythmisch, 26 in der Minute. Dagegen wirkte Chlorkalium (nebst den übrigen Kalisalzen) in dieser Beziehung ganz identisch mit dem Bromkalium — auf die Herzthätigkeit paralysirend. — Bei Parallelversuchen mit gleichen Dosen Bromcalcium und Jodcalcium zeigten sich die Wirkungen fast zu gleicher Zeit und in fast proportionaler Weise fortschreitend.

2. Versuche an Kaninchen.

Subcutane Injection von 8 Ccm. einer 25-procentigen Lösung

---

1) Es ist dies ein sehr charakteristisches Phänomen, welches bei der Vergiftung der Frösche durch die verschiedensten Kalisalze, sowie durch andere, das Herz paralysirende Gifte beobachtet wird und wohl darin seinen Grund hat, dass die Lähmung des Ventrikels früher zu Stande kommt, als die der Vorhöfe. Sobald in einem späteren Stadium der Vergiftung auch die Thätigkeit der Vorhöfe zu erlahmen beginnt, ist das Phänomen nicht mehr so deutlich ausgesprochen. (Vgl. Guttmann, über die physiologische Wirkung der Kali- und Natronsalze, Berl. klin. Wochenschr. 1865 Nr. 34.)

(also 2 Grammen Bromcalcium in Substanz entsprechend) bewirkt gar keine bemerkbaren Symptome, ebenso wenig die einmalige Injection von 16 Ccm. (=4 Gramm Bromcalcium). Erst rasch wiederholte, zweimalige Injection der letzteren Dosis (im Ganzen also 8 Gramm Bromcalcium) bewirkt apathischen Zustand, allmälige Abnahme der Motilität und Sensibilität, jedoch ohne Störung der Herzaction; Tod innerhalb 12—16 Stunden, unter allmäligem Collapsus. Dagegen bewirken schon 2—4 Gramm Bromkalium, subcutan injicirt, raschen Verlust der Motilität und Sensibilität und Tod innerhalb 20—40 Minuten unter den Erscheinungen der Herzlähmung (Dyspnoe, Erweiterung der Pupille, Exophthalmus und Convulsionen); selbst kleinere Dosen, 1—2 Gramm, tödten, wenn auch langsamer (am 2. oder 3. Tage) unter zunehmender Paralyse, terminaler Dyspnoe und Convulsionen.

Es zeigt sich also ganz dasselbe Verhältniss wie bei Kaltblütern; das Bromcalcium tödtet erst bei etwa vierfacher Dosis und weit langsamer als das Bromkalium; es ist kein Herzgift, wirkt dagegen auf das Nervensystem in ähnlicher Weise, wie das Bromkalium. Beide beeinflussen wesentlich die Centralheerde der Motilität, Sensibilität und Reflexaction im Gehirn und Rückenmark; sie sind dagegen (wie auch unilaterale Vergiftungsversuche bestätigen) zunächst ohne Einfluss auf die Nervenplexus, peripherischen Nervenstämme und Muskeln, deren Erregbarkeit noch lange intact bleibt.

Die Uebereinstimmung in der Wirkung des Brom-, Jod- und Chlorcalciums lehrt, dass wir die Wirkung des Bromcalciums als abhängig von dem Kalkgehalt des Mittels, als Wirkung der Kalksalze aufzufassen haben; die erhebliche Abweichung der Wirkung nach Qualität und Intensität von der des Bromkaliums bestätigt auf's Neue, dass der Bromgehalt für die Wirkung durchaus irrelevant ist. Man kann demnach sagen, dass die Kalksalze auf das Nervensystem ähnlich, aber etwa 3—4 mal schwächer wirken als die Kalisalze — während sie dagegen die Einwirkung der Kalisalze auf das Herz nicht besitzen.

Letzterer Umstand dürfte der therapeutischen Verwendung des Bromcalciums übrigens eher zu Gute kommen. Jedenfalls muss man dasselbe in grösserer Dosis verabreichen als das Bromkalium, um analoge therapeutische Wirkungen zu erzielen. Wir haben das Mittel zu 3—4—5 Gramm täglich angewendet bei Epilepsie, hysterischen Reizzuständen, Neuralgien und Angina pectoris. Das Mittel ist nicht, wie Hammond behauptet, ein Hypnoticum — so wenig wie das Bromkalium — wohl aber ein schwaches Sedativum; es wird in obiger Dosis ohne Nachtheil ertragen. Die Wirkung bei den oben genannten Affectionen war im Ganzen günstig, doch gestattet die geringe Zahl der behandelten Fälle noch kein sicheres Urtheil[1]).

---

1) Wenn Hammond behauptet, das Bromcalcium wirke stärker als das Bromkalium, so dürfte hierbei vielleicht die Art der Ordination nicht ohne Einfluss gewesen sein. Hammond gab nämlich 50·0 Bromcalcium auf 200 Syr. calcar. phosphor. lact. (zu 3 Theelöffel täglich). Hier kam also die Calcaria phosphorica vielleicht noch mit in Betracht zur Verstärkung der Wirkung.

Zur Kenntniss der Wirkung des Amylnitrits.

Von

Dr. A. Eulenburg und Dr. P. Guttmann.

Das Amylnitrit ist in seiner physiologischen Wirkung schon wiederholt experimentell geprüft worden, zuerst von Guthrie (1859), dann von Richardson[1]) (seit 1864), Rutherford und Gamgee, Lauder Brunton[2]) (1869) und in neuester Zeit am eingehendsten von Wood[3]) (1871) sowie von Hoffmann[4]) (1873). Die Ergebnisse dieser Versuche sind jedoch selbst in wesentlichen Punkten nicht immer übereinstimmend; dies veranlasste uns zu einer Wiederholung derselben. Das von uns benutzte Amylnitrit war aus der Fabrik von Kahlbaum hierselbst entnommen und durch Einleiten salpetriger Säure in reinen Amylalkohol dargestellt.

---

1) Brit. and for. med. Rev. LXXXI. Jan. p. 264 (1868) und Med. Times and Gaz. 1870. II. p. 469.

2) Arbeiten des physiologischen Instituts zu Leipzig, herausgegeben von Ludwig. 1869. S. 101.

3) Amer. journ. of med. science. July 1871. p. 39 und ebenda Oct. p. 359.

4) Dies Archiv, 1872, No. 6. S. 746.

1. Versuche an Fröschen. Das Mittel wurde in dreifacher Applicationsart angewandt: in subcutaner Injection, per os und mittelst Inhalation.

a. Subcutane Injection von $^1/_3$ Ccm. (15 Theilstriche einer Injectionsspritze) reinen Amylnitrits bewirkt in 30—50 Minuten allmäligen Verlust der sensoriellen Thätigkeiten (willkürliche Motilität und Sensibilität). Der Frosch macht selten oder gar keine spontane Bewegungen, kann sich aus der Rückenlage nicht mehr befreien oder macht selbst keinen Versuch mehr dazu, die gegen den Kopf hinaufgezogenen hinteren Extremitäten werden spät und unvollständig oder gar nicht herabgeschlagen. Die reflectorische Reaction auf Reize (Essigsäure, Kneifen mit der Pincette), die Reaction der Cornea und die Respiration sinken später ebenfalls — jedoch erst nach dem Verluste der sensoriellen Thätigkeit; endlich schwindet auch die Erregbarkeit der peripherischen Nervenstämme und Muskeln. Das Herz pulsirt, wenn auch schwächer, zu dieser Zeit noch vollkommen rhythmisch.

Wird vor der Vergiftung die Art. iliaca der einen Seite unterbunden, so bleibt das Bein der unterbundenen Seite länger zur Auslösung von Reflexen fähig, als das der anderen Seite. In einem Versuche z. B., wo die rechte Iliaca unterbunden war, hatte — nach bereits eingetretener Toleranz gegen Rückenlage — Bepinseln des rechten Beins mit Essigsäure noch Abwehrbewegung desselben zur Folge; bei Bepinseln des linken Beins setzte der Frosch nur das Bein der rechten Seite zur Abwehr in Thätigkeit. Dies beweist, dass der Reiz auf der linken Seite noch in den sensibeln Bahnen bis zum Reflexbogen fortgeleitet wurde, — dass aber in den centrifugalen Bahnen auf dieser Seite für den Willens- wie für den Reflexreiz bereits unüberwindliche Widerstände eingetreten waren. Es können die vermehrten Widerstände, da das Bein der unterbundenen Seite noch in Thätigkeit gesetzt wurde, nicht allein auf das Rückenmark begrenzt sein, sondern sie müssen auch auf die Nervenstämme u. s. w. übergegriffen haben. Die Functionsstörung in den letzteren, wie im Rückenmark, ist jedoch keine sehr tiefgreifende oder irreparable, denn späterhin

zeigen sich die Nervenplexus und peripherischen Nervenstämme der vergifteten Seite noch für directe Reizung erregbar, und zwar fast in demselben Maasse, wie auf der unvergifteten Seite; auch erfolgt von Rückenmarksquerschnitten aus noch Zuckung in beiden Extremitäten.

Die Circulation in den Schwimmhaut-Gefässen der vergifteten Seite scheint etwas geschwächt und verlangsamt, zeitweise ganz unterbrochen.

b. Injection per os. Diese Applicationsweise scheint den Thieren schmerzhaft oder sehr unangenehm zu sein; denn der Frosch versucht mit weit geöffnetem Munde und mit Zuhülfenahme der vorderen Extremitäten die eingebrachte Substanz zu entfernen. Ingestion von 1 Tropfen hat keinen Erfolg. 2—3 Tropfen dagegen bewirken vorübergehend, nach etwa 20 Minuten, Störung der Respiration, der Motilität und Sensibilität (Toleranz gegen Rückenlage). Diese Erscheinungen können jedoch in 15 Minuten wieder verschwinden, und völlige Restitution eintreten. Nach Ingestion von 5 Tropfen wird eine Restitutio in integrum nicht mehr beobachtet, obwohl eine vorübergehende, theilweise Erholung auch hier noch stattfinden kann. In einem Falle z. B. war nach 7 Minuten Toleranz gegen Rückenlage vorhanden, während 17 Minuten später der Frosch, auf den Rücken gelegt, wieder (vergebliche) Umwälzungsversuche machte. Allmälig sank die Reflexerregbarkeit immer mehr, war aber erst nach mehr als einer Stunde ganz erloschen. Das Herz pulsirte zu dieser Zeit noch rhythmisch, 30 in der Minute. Goltz'scher Klopfversuch war erfolglos.

c. Inhalation. Der Frosch unter eine grosse Glasglocke gebracht, wo sich mit Amylnitrit getränkte Stücke von Fliesspapier befanden. Der Frosch ward sehr bald respirationslos, ohne willkürliche Bewegung und Reaction; er konnte sich aber, wenn er der Inhalation des Amylnitrits nicht allzulange ausgesetzt war, beim Herausnehmeu und Eintauchen in frisches Wasser noch vorübergehend oder ganz wieder erholen. — Bei starker Vergiftung durch Inhalation zeigten sich dieselben Erscheinungen, wie früher erwähnt. Von den Rückenmarksquer-

schnitten, von den Plexus und peripherischen Stämmen aus liessen sich noch lange Zeit deutliche Zuckungen erhalten und zwar — bei einseitiger Vergiftung — ziemlich gleich auf der vergifteten und der durch Unterbindung der Iliaca intact gebliebenen Seite. Das Herz blieb stets unbetheiligt.

Alle diese Versuche sprechen dafür, dass das Gift vorzugsweise, zuerst und (bei starker Vergiftung) andauernd auf das grosse Gehirn wirkt, dieses lähmt und dadurch die willkürliche Motilität und die bewusste Sensibilität aufhebt. Hierfür spricht wohl auch das im Ganzen auffallend frühe Schwinden der Corneal-Reaction. — Das Rückenmark und die peripherischen Nerven werden bei schwacher Vergiftung kaum, bei starker Vergiftung in geringerem Grade als das Gehirn, secundär und (wie es scheint) nur vorübergehend betheiligt. Dafür sprechen namentlich auch die Versuche mit unilateraler Vergiftung. Jedenfalls ist nicht daran zu denken, dass vorzugsweise die Stämme oder intramusculären Nervenenden durch das Gift afficirt würden.

2. Versuche an Kaninchen, mittelst Inhalation und subcutaner Injection. Erstere (5—10 Tropfen, mit Skinner'schem Apparate) bewirkt vorübergehende Obnubilation des Sensoriums bei intacter Respiration und Herzaction, und baldige Erholung ohne Nachwirkung. — Subcutane Injection von $^1/_2$ Ccm. Amylnitrit bewirkt ebenfalls nur vorübergehende Mattigkeit (schläfrigen Zustand, Sinken des Kopfes, Herabgleiten der Vorderextremitäten) bei intacter Respiration und Circulation und rascher Erholung. — Injection von 1 Ccm. Amylnitrit wirkt meist letal, in 2—3 Stunden oder noch später; doch haben diese und selbst stärkere Injectionen (2 Ccm.) keine sofortige eclatante Wirkung. Der Tod erfolgt ohne Convulsionen, ziemlich plötzlich. Die peripherischen Nerven und Muskeln sind zur Zeit des Todes und nach demselben noch elektrisch erregbar; die Erregbarkeit sinkt in der bei Warmblütern gewöhnlichen Zeit. Bei der Obduction findet man an der Injectionsstelle und ihrer Nachbarschaft Verfärbung des Unterhautbindegewebes und starken Geruch nach Amylnitrit. Sonst ist nichts Abnormes nachweisbar.

Während wir mit diesen Versuchen beschäftigt waren, erschien eine Mittheilung von A. Hoffmann, welcher nach subcutaner Injection von kleiner, nicht tödlicher Menge Amylnitrits (etwa $^1/_3$ bis $^1/_2$ Gramm) bei Kaninchen einige Stunden darauf reichlich Zucker im Harn auftreten sah. Der Zucker verschwindet erst 12 bis 30 Stunden nach der Injection aus dem Harn; durch eine erneute Injection von Amylnitrit liess sich der Diabetes wieder produciren. Wir wiederholten diese Versuche und können die Angaben von Hoffmann durchaus bestätigen; reichlicher tritt der Zucker im Harn nach Injection grösserer, letaler Dosen des Amylnitrits auf. Einem Kaninchen wurde um 1 $^1/_4$ Uhr 1 Ccm. injicirt. Nach 4 Stunden Tod. Unmittelbar darauf Obduction. Die Blase war fast prall durch Harn ausgedehnt, — die Menge desselben betrug 32 Ccm. — obwohl das Thier noch vor dem Tode grosse Quantitäten Urin gelassen hatte; offenbar wird also, wie auch Hoffmann fand, nach Injection von Amylnitrit die Harnmenge vermehrt. Der Harn war trüber. Die Trommer'sche Probe gab einen sehr reichlichen ziegelmehlrothen Niederschlag; auf Zusatz von kaustischem Kali färbte sich der Harn schön braun. Die quantitative Bestimmung am Polarisationsapparat ergab 2 pCt. Zuckergehalt. In einem anderen Falle wurde auch das Blutserum auf Zucker geprüft; das Resultat war negativ.

Eine vollkommen befriedigende Erklärung für die Ursache des Diabetes mellitus nach Injection von Amylnitrit ist vorläufig noch nicht zu geben, wohl aber lässt sich aus bald noch zu erwähnenden Thatsachen vermuthen, dass veränderte Circulationsverhältnisse, durch Nerveneinflüsse bedingt, hierbei eine wesentliche Rolle spielen. Inhalation von Amylnitrit bewirkt nämlich, wie schon durch Guthrie und die späteren Beobachter bekannt ist und auch wir durch Versuche an Gesunden und an uns selbst erfahren haben, schon nach einer halben Minute eine intensive Röthung und Hitze im Gesicht. Dieselbe ist durch Erweiterung der Capillargefässe, in Folge einer Paralyse der vasomotorischen Nerven, bedingt. Wenn nun, was freilich bis jetzt nicht direct gesehen, aber nach Blutdrucksbestimmungen an Thieren doch angenommen werden muss, diese Paralyse

der Capillaren eine allgemeine ist[1]), bedingt durch Lähmung des vasomotorischen Centrum, also auch in der Leber besteht, so würde die vermehrte Zuckerproduction sich erklären lassen als eine Folge des durch die Erweiterung der Lebergefässe hervorgerufenen stärkeren Blutzuflusses zur Leber. Für diese Vermuthung sprechen, wie wir an einer anderen Stelle ausführlicher dargethan haben[2]), die Versuche über künstlichen Diabetes von Aladoff und Cyon[3]). Aus denselben ergiebt sich, dass verschiedene Nerven resp. Ganglien, deren Durchschneidung oder Exstirpation Diabetes erzeugt, z. B. Exstirpation der Halsganglien, der obersten Brustganglien des Sympathicus u. a., durch die in ihrer Bahn verlaufenden vasomotorischen Fasern einen Einfluss auf die Circulationsverhältnisse der Leber haben; es werden nämlich die Lebergefässe, wie die directe Beobachtung und Blutdrucksbestimmung in denselben zeigte, nach Durchschneidung jener Ganglien des Sympathicus erweitert, bei gleichzeitigem Sinken des Blutdrucks. Auch bei der durch Amylnitrit bewirkten Paralyse der Capillaren tritt, wie besonders die Versuche von Brunton[4]) gezeigt haben, eine Verminderung des arteriellen Blutdrucks ein.

Auch manche andere Fälle von Diabetes mellitus, z. B. der Diabetes nach Durchschneidung der Ischiadici, die bekanntlich in ihrer Bahn viele Gefässnerven führen, sowie der Diabetes nach toxischer Einwirkung von Chloroform, Aether, Schwefelkohlenstoff, Kohlenoxyd und Curare, scheinen zum Theil wenigstens auf vasomotorische Lähmungen zurückgeführt werden zu können.

Was schliesslich das Gesammtresultat unserer Versuche mit Amylnitrit bestrifft, so stimmt es im Ganzen mit dem von

---

1) Unsere Untersuchungen an den Ohrgefässen der Kaninchen sowie an den Schwimmhautgefässen der Frösche liessen es unentschieden, ob dieselben nach Einwirkung des Amylnitrits wirklich erweitert werden.

2) Eulenburg und Guttmann, die Pathologie des Sympathicus. Berlin 1871. S. 188 ff.

3) Bulletin de l'Acad. imp. des Sciences de St. Pétersbourg 1871. Août. Tome XVI. No. 4. pag. 308.

4) A. a. O.

Wood überein, nur dass letzterer Autor eine sehr geringe Betheiligung des Gehirns beobachtet hat, während wir dagegen, wenigstens in den Versuchen an Fröschen, die Wirkung auf das Hirn in den Vordergrund haben treten sehen. Auch beim Menschen tritt sehr bald nach Inhalation von Amylnitrit fast gleichzeitig mit der Röthe und Hitze des Gesichts ein Schwindelgefühl ein, dass sich, wenn die Inhalation nicht sofort sistirt wird, selbst bis zur Ohnmacht steigern kann.

Am Schlusse unserer Mittheilung fühlen wir uns verpflichtet, Hrn. Geh. Rath Prof. Reichert, der uns das Laboratorium in der Anatomie in liberaler Weise zur Benutzung überliess, auch öffentlich hierdurch unseren Dank auszusprechen.

Das physiologische System der Sprachlaute.

Von

J. F. Kräuter.

Die Physiologie der Sprache wurde früher einer eingehenden und ausführlichen Bearbeitung meist nur von solchen gewürdigt, welche der nöthigen anatomischen Kenntnisse und der naturwissenschaftlichen Methode ermangelten und daher in einer Menge von Irrthümern befangen waren. Die Folge musste sein, dass man nicht von den Lauten, sondern von den Buchstaben ausging und dass man auch für diese im Wesentlichen blos die Eintheilungen der alten Griechen wiederholte, was in doppelter Hinsicht verkehrt war, da schon die Alten sich nicht von Missgriffen frei zu halten wussten und seither die Werthe einiger Lautzeichen sich verändert haben.

Die herkömmliche Laut- oder vielmehr Buchstabeneintheilung leidet an dem auch von Physiologen von Fach nicht vermiedenen Fehler, dass sie auf keiner einheitlichen Grundlage beruht: sie ist theils physiologisch, theils grammatisch. Es muss dem Sprachforscher natürlich frei stehen, gewisse Laute, welche die Sprache in gewisser Weise verwendet, zusammenzustellen und denselben irgend einen gemeinschaftlichen Namen

zu geben. So kann man z. B. die Laute, welche bei der Bildung der deutschen Declinationsformen in Betracht kommen (*d*, *m*, *n*, *r*, *s*), Declinationslaute heissen, wenn man irgend einen Nutzen dabei findet; dies ist durchaus unverfänglich. Aber eine unheilvolle Verwirrung beginnt, wenn man diese rein grammatische Zusammenstellung für eine physiologische ausgiebt und z. B. sagt: *m*, *n*, *r*, *s* sind Konsonanten, folglich ist auch *d*, der fünfte Declinationslaut, ein Konsonant; oder wenn man den Schluss zieht, weil *d*, *m*, *n*, *r* mit schwingenden Stimmbändern erzeugt werden, sei auch das *s* in eines Huts, Engels, Rufs u. s. w. ein tönender Laut; oder wenn man *d*, *m*, *n*, *r*, *s* als eine besondere Klasse von Lauten mit besonderen akustischen Eigenschaften allen übrigen entgegenstellt.

Was an Wissenschaftlichkeit abging, suchte man durch Phrasen zu ersetzen. Die Einen fassten die Sache „philosophisch" auf; was aber mit der Einführung von Ausdrücken wie Polarität, positiv, negativ, entwickelte und unentwickelte Indifferenz, die Aspiration (das *h*) ist der Sauerstoff, mit dem die Schlaglaute verbrennen u. s. w. gewonnen sein soll, ist nicht einzusehen. Andere sprachen viel von Naturgesetz; dieses war aber nichts Anderes als die liebe Gewohnheit; z. B. wurde die Unterscheidung von „Media" und „Tenuis", von *ü*, *ö* und *i*, *e*, von tönendem *c* und stimmlosem *s* für „unnatürlich, erzwungen, erkünstelt" erklärt, weil eben in dem engeren oder engsten Vaterlande jener Naturmenschen manche Laute unbekannt sind; dass diese in den Volksmundarten und Schriftsprachen des ganzen übrigen Europas üblich sind und nie mit anderen verwechselt werden, kümmerte die guten Leute wenig. Andere flickten sich ein künstliches System zusammen, welches mehr oder weniger geistreich war und in welchem die Symmetrie eine Hauptrolle spielte ohne Rücksicht darauf, ob sie wirklich den Ursachen entsprach; was nicht hinein passte war ebenfalls „unnatürlich" oder eine unwesentliche „Modification" eines „typischen" Lautes.

Brücke war der erste, welcher in seiner epochemachen-

den Physiologie und Systematik der Sprachlaute, deren Vorzüge freilich nur bei wenigen Sprachforschern und nicht bei allen Physiologen [1]) die gebührende Würdigung gefunden haben, das richtige Princip zur Anerkennung brachte, aber leider ohne es in strenger Durchführung anzuwenden. Er konnte sich von den herkömmlichen Theorien nicht ganz frei machen und liess daher Eintheilungen zu, welche die Physiologie verwerfen muss. Statt von dem Lautmechanismus ging er oft von den Buchstaben aus; da diese aber nicht überall gleich gesprochen werden, musste er nothwendiger Weise einzelnen unter denselben Eigenschaften zuschreiben, welche in Gegenden, wo man anders spricht als er, gar nicht vorhanden sind. So entstanden Fehden, welche durchaus nicht die Lautphysiologie, sondern die Orthoepie, (besser gesagt die grammatische Lautlehre) betreffen. In manchen Fällen konnte er sich der Ansicht nicht verschliessen, dass gewisse Buchstaben nicht in ganz Deutschland nach seiner Weise gesprochen werden; er liess sich aber durch die gleiche Schreibung und den gleichen für diese Laute

---

1) Brücke hat ganz richtig bemerkt, dass beim Flüstern die Stimmbändertöne durch Kehlkopfreibegeräusche ersetzt werden; gleichwohl meint L. Hermann (Grundr. d. Physiol., Berlin 1872, S. 300), *M*, *N* und „nasales“ *N* seien beim Flüstern nicht vollkommen ausführbar und von *B*, *D*, *G* nur wenig verschieden; ähnliches sagt auch G. H. Meyer (Stimm- und Sprachbildung, 129. Heft der VI. Folge von Virchow's und Holtzendorff's Sammlung, S. 29) und leugnet sogar jeden Unterschied zwischen „weichen“ und „harten“ Lauten in der Flüstersprache. — J. Ranke (Grundz. d. Phys. Leipzig 1872, S. 611), K. Vierordt (Grundr. d. Phys., Tüb. 1862, S. 392; in der 4. Aufl. 1871, S. 472 ist der Fehler allerdings berichtigt), W. Wundt (Lehrb. d. Ph., Erlangen 1873, S. 697) finden den Unterschied zwischen *b*, *d*, *g* und *p*, *t*, *k* blos in der Stärke, obgleich dies nirgends zutrifft, weder in Süd- noch in Mittel- und Norddeutschland. Trotzdem Brücke ausdrücklich die völlig verschiedene Bildung der Nasenvocale und der deutschen *ang*, *eng*, *ong* hervorhebt, werden diese einander ganz fremden Lautarten dennoch mit einander verwechselt von H. Beigel (zur Ph. d. deutsch. Sprachelemente, Erl. 1867) und C. L. Merkel (Ph. d. menschl. Sprache, Leipz. 1866, S. 288). — Dies sind nur wenige Proben und nicht einmal die ärgsten.

üblichen Namen verleiten dieselben als unwesentliche Spielarten eines Lautes zu betrachten.

Alle diese Unanehmlichkeiten und Schwierigkeiten verschwinden, wenn man nicht von den Lauten, welche in den bekannten Sprachen vorkommen, sondern von den Grundbedingungen der Lautbildung ausgeht und alle möglichen Fälle durchnimmt. Es wird sich dann freilich herausstellen, dass manche Laute nur irrthümlich als miteinander verwandt betrachtet worden sind und dass die in den meisten neueren Systemen zu Tage tretende Symmetrie nur auf willkürlicher Anordnung beruht.

Die Lautphysiologie muss ihr Gebiet nach zwei Richtungen hin abgrenzen: einerseits hat sie sich nichts zu kümmern um Zustände und Bewegungen des Sprachorganes, welche für die Lautbildung gleichgültig sind; andererseits überlässt sie es der Sprachwissenschaft festzustellen, welche der aufgezählten Möglichkeiten in den einzelnen Sprachen wirklich werwendet werden und welche Bezeichnung dieselben in der üblichen Orthographie erhalten. Wenn sie die letztere Rücksicht ausser Acht lässt, so verirrt sie sich leicht auf das Gebiet der orthoepischen Streitigkeiten, welches ihr ganz fremd sein soll, und muss überdies gewärtigen, dass der Leser mehr an die Buchstaben und an die damit verknüpften herkömmlichen Theorien als an die Thatsachen denke. Jedem Gebildeten, welcher von der Anatomie der Sprachwerkzeuge eine auch nur oberflächliche Kenntniss besitzt, darf man zutrauen, dass er den einer physiologischen Beschreibung entsprechenden Laut zu bilden und umgekehrt jeden ihm bekannten Laut in das aufgestellte System richtig einzureihen verstehe.

Obgleich zu einer Polemik überreichlicher Stoff vorhanden ist, verzichte ich dennoch darauf mich in eine solche einzulassen, indem ich hoffe, dass die Wahrheit sich auch durch eine einfache Darlegung zur Anerkennung bringen wird. Ich bemerke nur, dass ich jede Abweichung von dem Herkommen oder von der Auffassung neuerer Physiologen reiflich erwogen habe und dass ich glaube, in jedem einzelnen Falle die Begründung meiner Gegner als verfehlt nachweisen zu können.

Denkt man sich ein Rohr mit elastischen Wandungen, so sind in Bezug auf die Lauterzeugung für irgend einen beliebigen zur Längenaxe senkrechten Durchschnitt desselben folgende Fälle möglich:

1. Die Wandungen stehen weit von einander ab, so dass ein durch die Röhre getriebener Luftstrom an dieser Stelle keinerlei Hinderniss vorfindet.
2. Gegenüberstehende Theile der Wandung berühren sich, jedoch so dass immer noch eine genügende Oeffnung bleibt um, wie im ersten Falle, der Luft ein geräuschloses Durchströmen zu gestatten.
3. Die Wandungen sind sich so genähert, dass der Luftstrom eine Enge vorfindet, in welcher er sich bricht und ein Geräusch hervorbringt.
4. Die Wandungen berühren sich beinahe; in dieser Enge sammelt sich Flüssigkeit, durch welche der Luftstrom seinen Weg nehmen muss.
5. Die Wandungen sind ganz zusammengerückt, so dass ein Verschluss hergestellt ist, jedoch der Art, dass der Luftstrom denselben in rasch aufeinanderfolgenden Stössen zu durchbrechen vermag und auf diese Weise einen Ton erzeugt, dessen Höhe mit der Zahl der in der Zeiteinheit stattfindenden Stösse wächst.
6. Die Wandungen bilden einen festen, undurchdringlichen Verschluss.

Eine siebente Möglichkeit ist gar nicht denkbar.

Ort der Laute.

C

B

A

Nehmen wir als Schema der Sprachorgane ein Rohr, welches sich an dem einen Ende in zweie spaltet, so dass A die Luftröhre, B die Mundhöhle und C die Nasenräume vorstellt, so haben wir zunächst zu untersuchen, an welchen Stellen überhaupt Laute auf irgend eine Weise hervorgebracht werden können.

Es ist von der Physiologie nicht zu verlangen, dass sie alle überhaupt möglichen Orte der Laute aufzähle, denn diese sind zahllos, sie kann nur so viele unterscheiden als für das

Gehör nachweislich erkennbar sind, darf sich aber auch darauf gefasst machen, mit der zunehmenden Ausbildung des Unterscheidungsvermögens ihre Orte vermehren zu müssen. Man hüte sich wohl vor dem Irrthum, einzelne derselben seien reiner und natürlicher als andere; der Gebrauch der einzelnen Sprachen und Sprachfamilien kann hier nichts entscheiden; jedermann ist geneigt die ihm nicht geläufigen Laute für anormal und unnatürlich zu halten.

Die hauptsächlichsten Orte sind folgende:

1. Die Oberlippe mit der Unterlippe (bilabiale Laute).
2. Die Unterlippe mit den Oberzähnen (labiodentale; auch die Oberlippe mit der unteren Zahnreihe kann verwendet werden).
3. Die Zungenspitze mit der Oberlippe (labiolinguale).
4. Die untere Fläche der Zunge und die untere Kinnlade (maxillare).
5. Die Zungenspitze und das untere Ende der Oberzähne (interdentale).
6. Die Zungenspitze und die Wurzeln der Oberzähne (alveolare).
7. Die untere Fläche der Zungenspitze und der harte Gaumen (cacuminale).
8. Der Zungenrücken und die Wurzeln der Oberzähne (dorsale).
9. Der seitliche Zungenrand und die oberen Backenzähne (laterale; der vordere Theil der Zunge kann dabei verschiedene Lagen haben).
10. Der Zungenrücken und der vordere Theil des harten Gaumens (antepalatale).
11. Der Zungenrücken und die Grenze zwischen dem harten und dem weichen Gaumen (mediopalatale).
12. Der hintere Theil des Zungenrückens und der hintere Theil des weichen Gaumens (postpalatale).
13. Das Gaumensegel und die dahinter liegende Schlundwand (faucale).
14. Die beiden Stimmbänder (gutturale).
15. Die Nasengänge (nasale dem Ort nach).

Man lasse sich nicht dadurch beirren, das Andere unter den Ausdrücken palatal, guttural, faucal etwas ganz Anderes verstehen; überhaupt bitte ich den von mir gebrauchten Namen, welche ich möglichst sachgemäss zu wählen bemüht war, durchaus keine andere Bedeutung zu geben als diejenige, welche ich denselben ausdrücklich beilege.

Die Orte 1, 2 und 3 kann man labial, 5, 6, 7, 8 und 9 dental, 10, 11 und 12 palatal nennen.

Bisher verstand man unter „Ort“ nicht die Stellen, an welchen überhaupt ein Laut gebildet wird, sondern nur diejenigen der Mundhöhle, an welchen ein Verschluss oder eine Enge stattfindet, so dass z. B. einige der Laute, welche ihre Schallquelle im Kehlkopf haben, als labial, dental oder palatal bezeichnet wurden, andere gar keinen Ort angewiesen erhielten, was nicht verhinderte, dass wieder andere gleichwohl den Namen gutturales verae führten. Kein Unbefangener wird verkennen, wie willkürlich und verwirrend dies ist.

Art der Laute.

Für die Art der Lauterzeugung sind zwei Hauptfälle zu unterscheiden:

I. Der Laut entsteht dadurch, dass im Innern der Sprachkanäle ein Luftstrom hervorgebracht wird, während die Organe einen gewissen Zustand unverändert beibehalten (Dauerlaute).

II. Der Laut entsteht dadurch, dass die Organe von einem Zustand in einen andern übergehen (Schlaglaute).

I. Die Dauerlaute.

Die Dauerlaute vermögen so lange ununterbrochen ausgehalten zu werden als der Luftstrom continuirlich erzeugt werden kann. Derselbe entsteht entweder dadurch, dass man die Luft aus den Lungen auspresst (exspiratorisch), oder dadurch dass man das Athmungsorgan als Saugpumpe wirken lässt (inspiratorisch, was ich, wenn nöthig, mit *i* bezeichne).

Von den oben auf S. 453 erwähnten sechs möglichen Zu-

ständen irgend einer Stelle der Röhre kommen für die Dauerlaute zunächst der 3., 4. und 5. in Betracht.

Es wird eine Enge gebildet, in welcher sich der Luftstrom bricht, so dass ein blasendes, zischendes, fauchendes oder hauchendes Geräusch entsteht (Reibelaute, Zeichen für diese Art der Lautbildung sei *r*; 2 *r* bedeutet also, dass die Luft zwischen Unterlippe und Oberzähnen d. h. am Orte, dem ich die Ziffer 2 gegeben habe, ein Reibegeräusch hervorbringt).

Die einander gegenüberstehenden Theile erfahren eine starke gegenseitige Annäherung; die Luft muss den zwischen ihnen sich sammelnden Speichel durchziehen (Schlürflaute; Zeichen sei *s*; 6*si* stellt den zwischen Zungenspitze und Zahnwurzeln inspiratorisch gebildeten Schlürflaut dar, welcher als Ausdruck des Bedauerns gebraucht wird).

Versetzt der Luftstrom das Organ in sehr rasche Schwingungen, indem dasselbe sich abwechselnd schliesst und öffnet, so entsteht ein musikalischer Ton (tönende Laute, Tonlaute; Zeichen sei *t*; 14 *t* bedeutet also, dass ein tönender Laut im Kehlkopf gebildet wird). Solche tönende Laute sind blos für zwei Orte möglich: den ersten (bilabialen) und den vierzehnten (gutturalen). Bei den bilabialen wirken die Lippen wie beim Trompetenblasen; sie gelten für unanständig und kommen in keiner bekannten Sprache zur Anwendung, während die gutturalen sehr gebräuchlich sind. Künstlich, d. h. mit Zuhülfenahme der Hand, kann man auch in der Nase tönende Laute erzeugen, deren hervorstechende Eigenschaft nicht gerade die Schönheit ist (man denke an das Schneuzen).

Endlich entstehen Laute, wenn sich der Luftstrom der Art in einer Enge bricht, dass die in der Mundhöhle befindliche Luft in regelmässige Schwingungen versetzt wird (das Pfeifen; Zeichen sei *p*); die pfeifenden Laute sind in keiner Sprache gebräuchlich (eine interjectionsartige Verwendung kommt hier nicht in Betracht).

Wenn die Zustände 1 (weite Oeffnung) 2 (weite Oeffnung mit örtlicher Berührung) 6 (fester Verschluss) für die Erzeugung der Dauerlaute nicht verwendbar sind, so haben sie hingegen für die Modification derselben eine grosse Bedeutung. Der

Klang des an irgend einem Orte (der wichtigste ist hier der 14., der gutturale) reibend oder tönend erzeugten Schalles hängt wesentlich davon ab, ob die Sprachkanäle nach aussen abgeschlossen sind oder nicht. Ein Verschluss kann stattfinden entweder in der Nasenhöhle (Zeichen dafür: ^{13}; die Anwendung dieses Index wird weiter unten erörtert), oder an irgend einer Stelle der Mundhöhle (Zeichen: die Ziffer des betreffenden Ortes). Es sind also vier Fälle möglich.

1. Die Nasenhöhle ist vermittelst der Gaumenklappe (Ort 13) von den übrigen Sprachkanälen abgetrennt; der Luftstrom kann nur durch die Mundhöhle aus- oder einströmen; das Wichtige dabei ist, dass der Schall in der Nasenhöhle keine Resonanz finde (Mundlaute; z. B. $14t^{13}$ bedeutet, dass die Stimmbänder schwingen, während das Gaumensegel nach hinten an die Schlundwand angelegt und nirgends in der Mundhöhle ein Verschluss eingetreten ist [1]). Sowohl die reibenden als die tönenden Mundlaute sind sehr gebräuchlich. Ob ein Mundlaut ganz rein und ungenäselt ist, erkennt man daran, dass sich sein Klang nicht im Mindesten verändert, wenn man die Nase zuklemmt.



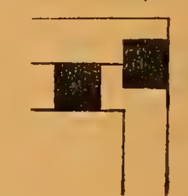
2. Weder in der Mundhöhle noch in den Nasenräumen ist ein Verschluss hergestellt, so dass der Laut in beiden eine Resonanz findet und die Luft durch beide zugleich ausströmen kann (Mundnasenlaute oder genäselte Laute; sie werden durch die Abwesenheit jedes Verschlussindexes bezeichnet). Bei zugeklemmter Nase klingen die Mundnasenlaute merklich anders als sonst.

3. Es ist an irgend einer Stelle der Mundhöhle (Ort 1 bis 3 und 5 bis 12) ein Verschluss eingetreten; die Luft der Nasenhöhlen steht mit derjenigen der Luftröhre in Verbindung (Nasenlaute; zu ihrer Darstellung wird die Ziffer

1) Wenn es sich um eine Absperrung der Mundhöhle handelt, kommt selbstverständlich der maxillare Verschluss (Ort 4) nie in Betracht.

des Ortes, wo der Verschluss stattfindet, angewendet; $14\,t_{11}$ bedeutet also, dass die Stimmbänder tönen, während die Gaumenklappe offen steht und der Zungenrücken mit der Grenze zwischen dem harten und dem weichen Gaumen einen festen Verschluss hergestellt hat).

4. Sowohl die Nasenklappe als auch die Mundhöhle ist geschlossen; die Luft hat keinen Ausweg nach aussen (Schlusslaute; Zeichen: ^{13} und irgend eine der Ziffern 1 bis 3 und 5 bis 12; $14\,t\,^{13}_{1}$ bedeutet also, dass im Kehlkopf ein tönender Laut erzeugt wird, während die Gaumenklappe und die beiden Lippen fest geschlossen sind). Die gutturalen Dauerlaute dieser Klasse sind in allen Sprachen und Mundarten der Erde mit Ausnahme der süd- und mitteldeutschen und vielleicht auch der chinesischen, indianischen und polynesischen sehr gebräuchlich. Sie können sowohl tönend als reibeud und zwar in beiden Fällen nicht nur exspiratorisch (d. h. die Luft geht von den Lungen aus, obgleich sie wie gesagt keinen Ausweg nach aussen hat), sondern auch inspiratorisch gebildet werden. Die Schlusslaute verhalten sich zu den Nasenlauten genau so, wie die Mundlaute zu den Mundnasenlauten, und zu den Mundlauten genau so wie die Nasenlaute zu den Mundnasenlauten.



Da der Luftstrom nur so lange dauern kann, bis eine gewisse Spannung der Luft innerhalb der Sprachkanäle erreicht ist, so ist es nicht möglich Schlusslaute so lange zu dehnen wie die übrigen Dauerlaute; ich vermag diese etwa 30 Secunden lang auszuhalten, jene aber nur etwa 2. Steckt man aber ein langes und feines Röhrchen in den Mund, so dass die Luft ohne merkliches Geräusch einen Abfluss nach aussen findet, die im Innern des Sprachapparates stattfindenden Schwingungen jedoch dadurch nicht beeinflusst werden, so kann man die Schlusslaute viel länger in ununterbrochener Dauer aushalten.

Etwas anders klingen die Schlusslaute, welche man erhält, wenn man Nasenlaute bei zugeklemmter Nase zu sprechen

sucht; aus dem oben erwähnten Grunde sind auch diese nur einer geringen Dehnung fähig.

Bei den Mund-, Nasen- und Schlusslauten scheint es nicht nothwendig zu sein, dass die Verschlüsse vollkommen seien; z. B. auch bei dem nichtgenäselten *a*-Laute kann die Gaumenklappe (Ort 13) etwas geöffnet sein, was leicht nachzuweisen ist, indem ein unter die Nase gehaltener, gegen die Mundluft geschützter Spiegel sich in diesem Falle beschlägt; niemand wird deshalb das *a* den Mundnasenlauten beizählen wollen, so lange es nicht merklich durch die Nase klingt. Für die Physiologie der Dauerlaute haben die Verschlüsse keine Wichtigkeit an und für sich, sondern nur insofern als sie eine bestimmte Schwingungsform der Luft ermöglichen; wirkt eine kleine Oeffnung nicht störend, so ist sie einem Verschluss gleich zu achten (die von mir angenommene Schreibung der Schlaglaute macht indessen auch für den lockern Verschluss ein Zeichen nöthig: ich mache einen Strich unter die Ziffer des Ortes, wo jener stattfindet: z. B. $14\,t\,{}^{1}_{\underline{1}}{}^{3}$ bedeutet dass die Stimmbänder bei geschlossener Gaumenklappe tönen, während die Lippen etwas geöffnet sind, jedoch so, dass weder zwischen denselben ein Reibelaut entsteht, noch der eigenthümliche Klang des Schlusslautes dadurch in merkbarer Weise beeinträchtigt wird).

Hingegen ist bei entschiedener Oeffnung dass Maass derselben von Bedeutung, wenn es auch einstweilen nicht genau bestimmt werden kann: je nachdem ich die Gaumenklappe mehr oder weniger weit von der hintern Schlundwand entfernt halte (Ort 13), vermag ich deutlich Mundnasenlaute von stärkrer oder schwächerer Nasalirung zu unterscheiden; es ist ferner möglich z. B. einen ungenäselten *u*-Laut bei weit geöffneten Lippen zu bilden; er nähert sich dadurch keinem der übrigen Vocalklänge und tönt doch anders als wir ihn zu hören gewohnt sind. Die Engländer sprechen, wie mir scheint, die tönenden Mundlaute mit geringerm Abstande beider Kinnladen als wir (während die weite Oeffnung unbezeichnet bleibt, kann die Ziffer des Ortes in runden Klammern die keinen Reibelaut erzeugende Enge andeuten).

Wichtig ist ferner die theilweise Berührung der Organe,

der theilweise Verschluss; die übrig bleibende Oeffnung ist gross genug um alle Reibungsgeräusche an der betreffenden Stelle zu vermeiden und doch kann auf diese Weise der Klang auffallend verändert werden (Zeichen: die doppelt unterstrichene Ziffer des Ortes z. B. $14t^{1\,3}_{\underline{\underline{5}}}$ bedeutet, dass die Stimmbänder bei geschlossener Gaumenklappe tönen, während die Zungenspitze die Wurzel der Oberzähne berührt, doch so dass der laterale Verschluss nicht hergestellt ist).

Endlich ist, wie man für die gutturalen Mund- und Mundnasenlaute, nicht aber für die übrigen Arten längst anerkannt hat, die Gestalt des Mundhöhlenraumes von grossem Einfluss auf den Klang. Um z. B. einen tönenden Nasenlaut (= $14\,t_1$ oder $14\,t_2$ u. s. w.) zu bestimmen genügt es nicht anzugeben dass bei ganz geöffneter Gaumenklappe an irgend einem der Orte 1 bis 3 und 5 bis 12 ein Verschluss hergestellt ist; unter genauer und stäter Berücksichtigung dieser Bedingungen kann man dennoch Laute hervorbringen, deren Klangverschiedenheiten kein Unbefangener leugnen wird. Ebenso verhält es sich mit den Schlusslauten, den reibenden Mundlauten u. s. w.

Die verschiedenen Formen, welche die Mundhöhle (hauptsächlich mit Hülfe des weichen Gaumens und der Zunge) annehmen kann, lassen sich durch folgende Schemata andeuten:



Zwischen diesen zwei giebt es viele Uebergangsstufen, gleichwie die Anzahl der Töne, welche zwischen zweien von verschiedener Höhe liegen, nicht beschränkt, sondern unbegrenzt ist; nur die launenhafteste Willkür kann aus diesem Reichthum von Formen einzelne herausgreifen und für natürlicher und reiner als die übrigen ausgeben wollen. Unser beschränktes Unterscheidungsvermögen zwingt uns allerdings von der Unzahl der Klänge nur wenige sprachlich zu verwenden; aber man darf nicht vergessen, dass diese Auswahl eine willkürliche und nach Volk und Zeit wechselnde ist, dass die Sprache

eines Einzelnen, welche gegen den von seinen Landsleuten angenommenen Kanon verstösst, nur in grammatischer, nicht aber in physiologischer Hinsicht unrein heissen kann, ferner dass unser Ohr häufig durch falsche Theorien und alte Gewohnheit gegen greifbare Unterschiede abgestumpft wird und dass es nicht die gleiche Schärfe hat weder bei verschiedenen Völkern, noch zu verschiedenen Zeiten bei demselben Volke.

Mit Unrecht hat man von einem Naturlaute, reinen Stimmton, unbestimmten Vocal u. s. w. gesprochen. Jeder Schall, der im Kehlkopf gebildet wird, ist nicht rein für sich hörbar, sondern immer nur modificirt durch die Resonanz der Sprachkanäle. Dem angeblichen Naturlaut entspricht ebenso gut eine bestimmte Form der Mundhöhle wie jedem andern Klange; akustisch und physiologisch liegt er zwischen dem *a*- und dem *ö*-Laut und nähert sich in den verschiedenen Sprachen und Mundarten bald mehr dem einen, bald mehr dem andern. Dass die Orthographie der meisten Völker für diese Laute kein besonderes Zeichen hat und dieselben nicht einmal durch den Buchstaben des nächstverwandten Klanges darstellt, darf die Physiologie nicht irre leiten.

Spricht man den *u*-Laut in R u h e, G r u b e, z u, M u t h u. s. w., so nimmt die Zunge die Stellung ⟋̄ an, was man gewöhnlich übersieht (der *u*-Laut hat mit den Gaumenlauten ebensoviel Verwandtschaft wie mit den Labialen); die Lippen sind zugleich nur wenig geöffnet, können aber, wie schon erwähnt, weit von einander abstehen, ohne dass der charakteristische Klang des Lautes verschwindet und ohne dass sich das *u* dem *o* nähert; es klingt nur leer (nimmt man ⋝ als Zeichen der Mundhöhlengestalt ⟋̄, so stellt sich das laut gesprochene *u* obiger Wörter so dar: $14\,t \searrow \overset{1\,3}{(1)}$; 1 in runden Klammern bedeutet gegenseitige Annäherung beider Lippen, s. oben S. 454).

Wie die *a*-, *o*-, *ö*-Laute u. s. w. so kann man auch das *u* näseln ($14\,t \searrow (1)$); der so entstehende Mundnasenlaut ist von dem nicht genäselten leicht zu unterscheiden und doch ist der *u*-Klang sehr deutlich.

Spricht man $14\,t \searrow_{1}$ (d. h. offene Gaumenklappe und fest geschlossene Lippen), so hat man einen Nasal mit unverkennbarem *u*-Klange (dass man die Vokalklänge auch bei geschlossenem Munde von einander unterscheiden kann, ist eine schon von früheren Physiologen erwähnte Thatsache), hat die Zunge nicht die $\succeq$-Stellung, so ist auch der Klang des Nasenlautes ein anderer.

Ebenso kann man $14\,t \searrow^{1\,3}_{1}$ bilden (d. h. mit geschlossener Gaumenklappe nnd geschlossenen Lippen).

Bei den Mundlauten vermag das Gehör die meisten Abstufungen solcher blos durch die Gestalt der Mundhöhle bedingter Klänge zu unterscheiden (natürlich weit mehr als die herkömmliche Orthographie zu bezeichnen im Stande ist); bei den Mundnasenlauten etwas weniger; bei den Nasen- und Schlusslauten sind jedenfalls *ö*-, *u*-, *o*- und *a*-Klänge deutlich erkennbar.

Von dem Einflusse, welchen Manche dem Kehlkopfstande zugeschrieben haben, vermag ich nichts zu bemerken; ich kann die Laute *u*, *o*, *a*, *ä*, *e*, *i* mit ihrem gewöhnlichen Klange in einem Athem nach einander bilden, ohne dass der Kehlkopf sich bewegt; singe ich hingegen *i* auf einer tiefen und *u* auf einer hohen Note, so geht er im letzteren Falle aufwärts und im ersteren abwärts. Ich muss daher der Ansicht derjenigen Physiologen beistimmen, welche diese Ortsveränderungen als etwas für die Lautbildung Unwesentliches betrachten.

II. Die Schlaglaute.

Die Schlaglaute werden durch den Uebergang eines Zustandes in einen andern gebildet, wenn einer derselben einen ganzen oder theilweisen Verschluss erfordert, welcher beim andern nicht stattfindet. Zwei Arten sind zu unterscheiden: entweder wird der Verschluss hergestellt (schliessende Schlaglaute), oder er wird gelöst (öffnende Schlaglaute).

Die Schlaglaute sind keiner Dauer fähig. So lange der Verschluss dauert, sind sie nicht da; sobald er gelöst ist, sind sie vorüber; so lange die Oeffnung nicht geschlossen ist, treten sie nicht ein; im Augenblick, wo dieselbe zugeklappt worden,

sind sie zu Ende. Sie sind der Uebergangspunkt zwischen Offensein und Nichtoffensein. Man kann sie mit einer mathematischen Ebene vergleichen, welche den Raum in zwei Theile zerschneidet; wo der eine derselben aufhört, beginnt unmittelbar der andere und dennoch liegt die Ebene zwischen beiden.

Geht man von einem Mundlaut in einen Mundnasenlaut über, so muss die Gaumenklappe geöffnet werden, was z. B. bei raschem Wechsel von ungenäseltem und genäseltem *o* deutlich hörbar ist, besonders wenn die Stimmbänder nicht tönen, sondern ein Reibegeräusch im Kehlkopf erzeugt wird. Der öffnende faucale Schlaglaut stellt sich ebenfalls ein, wenn ein Nasenlaut unmittelbar auf einen Schlaglaut folgt. Obgleich er bis jetzt von allen Physiologen (Purkinje ausgenommen) ganz übersehen worden, spielt er in der Sprache eine nicht unbedeutende Rolle unter dem Namen bald des labialen, bald des dentalen, bald des palatalen Schlaglautes.

Schlaglaute an den Orten 1 bis 3 und 5 bis 12 entstehen beim Uebergang von Nasen- oder Schlusslauten in Mund- oder Mundnasenlaute und umgekehrt.

Das Oeffnen eines Verschlusses wird selbstverständlich nur in verhältnissmässig schwachem Grade hörbar sein, wenn vor demselben die Luft aus den Sprachkanälen ungehindert entweichen und daher eine gewisse Spannung nicht übersteigen kann. Deshalb ist es aber akustisch keineswegs wirkungslos, wie man sich leicht überzeugen kann, wenn es das Aneinanderstossen zweier Reibelaute vermittelt; ohne stärker als gewöhnlich zu sein, tritt es dann merklich hervor, was L. Hermann und G. H. Meyer (s. ob. S. 451 Anm.) zu der Behauptung verleitet hat, in der Flüstersprache würden die Nasale durch Schlaglaute ersetzt, während dies doch nur dann der Fall ist, wenn im Kehlkopf keinerlei Laut erzeugt zu werden vermag (so z. B. bei jener von O. Wolf, Sprache und Ohr, Braunschweig 1871, S. 54 ff. erwähnten Dame, welche wegen vollständiger Luftröhrenverwachsung hatte der Tracheotomie unterworfen werden müssen). Und wie in zusammengesetzten Klängen die Obertöne nicht immer einzeln zum Bewusstsein

kommen, aber durch ihr Vorhandensein dennoch die Gesammtwirkung beeinflussen, so sind auch die schwächsten Schlaglaute bedeutsam, wenn sie auch von den sie umgebenden Tonlauten verdeckt werden; wenn z. B. Nasale allein für sich erzeugt werden, so ist es nicht ganz leicht mit dem Gehöre zu bestimmen, an welchem Ort der Mundverschluss stattfindet, wie denn auch die Akustik keine unterscheidende Merkmale anzugeben vermag (für *m* und *n* sind die manometrischen Flammenbilder dieselben; Poggendorff's Annalen Bd. CXLVI. S. 183); gehen sie aber in einen Mundlaut über, so werden sie durch den Schlaglaut scharf und unzweideutig bestimmt, was H. Beigel (Zur Physiologie der deutschen Sprachelemente S. 41) verführt denselben für das Wesentliche zu halten.

Ein Schlaglaut kann auch eintreten, wenn man von einem Zustand ausgeht, während dessen kein Laut erzeugt wird, oder wenn man in einen solchen übergeht. Ist er der Uebergang zwischen zwei Zuständen, von welchen keiner lautbildend ist, so zeigt sich wiederum in unverkennbarer Weise die Gestalt der Mundhöhle als bedeutsam für den Klang. Davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man z. B. den bilabialen Verschluss löst ohne ihm irgend einen reibenden oder tönenden Laut anzufügen (um dies zu erreichen muss der Kehlkopf geschlossen sein); je nachdem der Mund im Augenblick des Auseinanderklappens der Lippen die eine oder die andere Stellung hat, kann man deutlich den *o*-, oder *i*-, oder *u*-, oder *a*-Klang u. s. w. unterscheiden, derselbe ist nichts als die Resonanz, welche der Schlaglaut im Mundraum findet. Diese Versuche lassen sich mit dem rein für sich allein hervorgebrachten Kehlkopfschlaglaut in noch weit grösserer Mannigfaltigkeit anstellen.

Ferner hängt der Klang der schliessenden dentalen Schlaglaute von der grösseren oder geringeren Fläche ab, mit welcher die verschlussbildenden Theile gegeneinander prallen; von einer sprachlichen Verwendung des ersten Falles ist mir in den europäischen Sprachen kein Beispiel bekannt (der für die Dauerlaute und die öffnenden Schlaglaute bedeutungslose breit-

flächige Verschluss wird also hier eine eigene Bezeichnung erfordern: fette Ziffer, z. B. **1**).

Hingegen können Zustände des Organes, welche auf den Klang des Schlaglautes gar keinen Einfluss haben, sondern nur für den darauf folgenden Dauerlaut von Bedeutung sind, keinen Anlass bieten besondere Klassen von Schlaglauten zu unterscheiden. Spricht man z. B. einen bilabialen öffnenden Schlaglaut und will einen gutturalen (d. h. im Kehlkopf gebildeten) Reibe- oder Tonlaut unmittelbar darauf folgen lassen, so kann es sein, dass die Stimmbänder schon vor dem Lösen des bilabialen Verschlusses die Stellung angenommen haben, mit deren Hülfe der Luftstrom den Dauerlaut bildet. Für den Schlaglaut selbst ist aber dieses Verhalten des Kehlkopfes gleichgültig. Will man z. B. nach dem labiodentalen Reibegeräusch einen mit dem gutturalen Schlaglaut anhebenden Tonlaut folgen lassen, so wird man gern den Kehlkopf von Anfang an verschliessen (der nöthige Luftstrom wird dann durch eine Bewegung der Zunge erzeugt); soll dass bei verschlossenem Kehlkopf entstehende *f* für ein anderes gelten als das gewöhnliche?

Hier ist die Frage zu erörtern, ob jeder Vocal, den man nach einer Pause laut sprechen will, in Wirklichkeit nicht konsonantisch anlaute. Ist dieselbe zu bejahen, so kann der Grund der Erscheinung kein anderer sein als die Unmöglichkeit die Stimmbänder vom Nichttönen zum Tönen übergehen zu lassen ohne dass sich der gutturale (d. h. im Kehlkopf gebildete) Schlaglaut einstellt. Dieser muss also nicht blos nach Pausen, sondern auch nach allen Lauten, deren Schallquelle nicht die tönenden Stimmbänder sind, sowohl vor laut gesprochenen Vocalen als auch vor allen tönenden Lauten (mit Einschluss der Nasen- und Schlusslaute) eintreten. Schon daraus dass der Satz nur für Einen der möglichen Fälle aufgelöst worden ohne Berücksichtigung der übrigen, für welche er genau gültig sein müsste, geht hervor, dass er nichts ist als ein gedankenloses Nachbeten der Lehre vom griechischen Spiritus lenis, welcher mit dem orientalischen Elif (Hamsa) nichts zu schaffen hat, sondern lediglich nur das Fehlen der Aspiration bezeichnen soll, und welcher, den ältern Griechen

unbekannt, erst von den alexandrinischen Grammatikern nebst anderen unnützen Spitzfindigkeiten ersonnen wurde; ein Vocal kann in allen Fällen sowohl mit als ohne gutturalen Schlaglaut gesprochen werden (was beim Flüstern auch für den Ungeübtesten leicht erkennbar ist); Sache der Grammatik ist es zu bestimmen, wo das eine und wo das andere richtig sei.

Damit ist zugleich auch gesagt, dass labiale, dentale, palatale und faucale Schlaglaute den unmittelbaren, jede Einschiebung eines gutturalen oder sonst welchen Reibelautes vermeidenden Uebergang von einer Pause zu tönenden Stimmbänderlauten bilden können, ohne dass der Kehlkopf vorher geschlossen zu sein braucht. Da ein so feiner Beobachter wie Brücke dies nicht anerkannt hat, führe ich noch folgende Versuche an:

1. Ich nahm ein Röhrchen von etwa 4 Mm. innerem Durchmesser und steckte das eine Ende in den Mund, während ich das andere mit einem Finger zuhielt. Schickte ich mich nun an *pa* zu sprechen mit reiner, unaspirirter Tenuis, wie sie den Slaven, Magyaren, Romanen und Indern geläufig ist (s. Brücke „Grundzüge" S. 58 und „Ueber eine neue Methode der phonetischen Transscription" S. 10), öffnete und schloss aber vorher viele Male rasch hintereinander das Röhrchen unmittelbar ehe ich das reine *pa* bildete, so hörte ich die Luft durch jenes entweichen. Da dieselbe längere Zeit auf diese Weise intermittirend ausströmen konnte, so war es nicht möglich, dass sie blos oberhalb des Kehlkopfes angesammelt worden war, sondern sie musste aus den Lungen kommen. Da ferner gar nicht einzusehen ist, in wie fern die raschen Bewegungen des Fingers den Kehlkopf beeinflussen und zu raschem Oeffnen und Schliessen veranlassen sollten, so ergiebt sich, dass derselbe während des Versuches seinen Zustand unverändert beibehält, also vor dem Eintreten des Lippenschlaglautes geöffnet ist.

2. Ich blies lang anhaltend durch das Röhrchen und sprach dann ein reines *pa*, ohne erst irgend welche Pause zu machen, während welcher der Kehlkopf sich hätte schliessen können.

3. Wenn ich das offene Röhrchen im Munde hatte, so

stellte sich jedesmal vor dem reinen *pa* das Blasegeräusch der ausströmenden Lungenluft ein und zwar auch wenn ich *pa* sehr rasch hintereinander (bis siebenmal in der Secunde) wiederholte.

4. Führte ich das eine Ende des Röhrchens bis zum Ohr hin, so war deutlich zu unterscheiden, ob neben dem Blasegeräusch noch ein Kehlkopfreibelaut gebildet werde oder nicht. Da letzterer bei den oben beschriebenen Versuchen nicht hörbar wurde, so folgt daraus, dass der Kehlkopf nicht verengt war, sondern weit offen stand.

5. Ich kann folgende Lautverbindungen sprechen und mit dem Gehöre namentlich beim Flüstern leicht unterscheiden:

a) der Kehlschlaglaut wird gebildet unmittelbar vorher, ehe der Mund sich zum reinen *pa* öffnet (*xpa*; *x* möge einstweilen die physiologische Schreibung des Hamsa ersetzen);

b) der gutturale und labiale Verschluss wird zu gleicher Zeit gelöst und *a* unmittelbar ohne Dazwischentreten eines Hauches angefügt ($\overset{x}{p}a$);

c) der Kehlschlaglaut folgt unmittelbar auf den Lippenlaut (*pxa*).

d) Die Stimmritze wird bei der Bildung eines reinen *pa* gar nicht geschlossen. Alle vier Versuche lassen sich auch anstellen, wenn ich dem *a*-Laut ein *h* vorschiebe (*xpha*, $\overset{x}{p}ha$, *pxha*, *pha*).

Wenn zuweilen den sog. Schnalzlauten ein besonderes Kapitel gewidmet wird, so kann ich das nicht für gerechtfertigt halten; sie haben meist nur das Gemeinsame, dass sie in den bekannteren Sprachen als eigentliche Wortelemente keine Verwendung finden, sonst aber zeigen sie in ihrer Bildung grosse Unterschiede. Theils sind es öffnende, theils schliessende Schlaglaute, meistens aber Verbindungen von solchen untereinander oder mit inspiratorischen Schlürflauten. Die in der Sprache der Hottentotten und derjenigen der Zulukaffern gebräuchlichen liegen auf dentalem Gebiete.

Will man eine streng physiologische Schrift aufstellen, so kann man den Schlaglauten in Folge ihrer eigenthümlichen

Bildungsweise nicht eigene Zeichen geben, sondern muss die Zustände darstellen, zwischen welchen sie den Uebergang bilden; sie aber deshalb als Dauerlaute zu betrachten ist ein arger Missgriff. Durch die Zeichen *i* und *e* oder das Fehlen beider wird angegeben, ob bei einem bestimmten Zustande ein inspiratorischer oder exspiratorischer Luftstrom, oder gar keiner stattfindet; wenn die Zeichen für den Ort und die Art der Lauterzeugung fehlen, so bedeutet dies, dass kein Dauerlaut eintritt; z. B. $\underline{\diagdown}^{1\,3}_{1}$ $e\underline{\diagdown}^{1\,3}$ stellt Folgendes dar: während der Mundraum die $\underline{\diagdown}$-Gestalt bei geschlossenem Gaumensegel unverändert beibehält, löst sich der Lippenverschluss mit Ausstossung von Luft, ohne dass irgend ein Dauerlaut vor- oder nachher gebildet wird.

Akustische Eigenschaften der Laute.

Ausser dem Klang (welcher abhängt von Ort und Art) ist am Laut wie an jedem Schalle, noch Stärke, Tonhöhe und Dauer wahrzunehmen. Physiologisch hängt die Stärke ab von dem Grade der Muskelanstrengung; die Tonhöhe bei tönenden Lauten hauptsächlich von der Spannung der schwingenden Organe, bei Reibe- und Pfeiflauten von der Gestalt und Menge der in den Sprachkanälen schwingenden Luftmasse; die Dauer bedarf keiner nähern Erläuterung. Da der Klang ebenfalls durch die Gestalt der Mundhöhle bedingt wird, so muss es Fälle geben, wo er von der Tonhöhe schwer zu unterscheiden ist; in der That kann man auf jedem Reibelaut, z. B. dem antepalatalen, deutlich erkennbar Melodien hervorbringen, wobei zweifelhaft bleiben muss, ob man es mit mehreren verschiedenen Lauten oder nur mit einem einzigen von wechselnder Tonhöhe zu thun habe.

Streng physikalisch kann man übrigens dem Schall nur Schwingungszahl (Höhe), Schwingungsweite (Stärke) und Dauer zuerkennen, da sich wohl alle Klangunterschiede auf das Zusammentönen einfacher d. h. pendelförmiger (bei welchen die Verdichtungsgrade der Luft proportional sind dem Sinus der Zeit) Schwingungen von verschiedener Stärke und Tonhöhe zurückführen lassen (es klingen ja auch Geräusche

auf den Saiten eines Klaviers deutlich nach, wenn man die Dämpfer aufgehoben hat).

Man hüte sich die verschiedenen Stärkegrade, in welchen ein Laut vorkommen kann und welche man ebenso wie die Tonhöhe besser auf akustischem statt auf physiologischem Wege bestimmt, als verschiedene Lautarten aufzufassen, ein Fehler den sich übrigens in Betreff der consonantischen Laute keine Orthographie der Welt zu Schulden kommen lässt. Eine physiologische Schrift darf natürlich ihre Zeichen für die mannigfaltigen Abstufungen der Dauer, Stärke und Tonhöhe nicht im Dienste der herkömmlichen Theorien verwenden, sondern muss damit ein treues Bild der wirklichen Verhältnisse anstreben.

Zusammengesetzte Laute.

Zusammengesetzte Laute entstehen, wenn mehrere Schallquellen genau zu derselben Zeit wirksam sind. Am häufigsten ist die Verbindung von tönenden Lauten mit reibenden, z. B. kann man dass labiodentale Geräusch und zugleich den ungenäselten *u*-, *o*-, *a*-, *ä*-, *e*-, *i*-, *ü*-, *ö*-Klang u. s. w. u. s. w. hervorbringen (also: $2r\,14t\underline{\diagdown}^{13}$ u. s. w.); oder zugleich den genäselten *u*-, *o*-, *a*-Laut u. s. w. ($2r\,14t\underline{\diagdown}$ u. s. w.). Auch Reibelaute mehrerer Orte können zugleich mit einander gesprochen werden (z. B. $2r14r\underline{\diagdown}^{13}$; $2r14r\underline{\diagdown}$ u. s. w.). Es ist selbstverständlich, dass man nur dann von einem zusammengesetzten Laut reden kann, wenn wirklich mehrere Laute zu gleicher Zeit hörbar sind (z. B. das deutsche *sch* ist einfach).

Wer nicht gewohnt ist die Bestandtheile eines zusammengesetzten Lautes zugleich mit einander zu sprechen, lernt dies nur mit grosser Mühe, wenn ihm auch jeder einzeln für sich ganz geläufig ist.

Ferner sind sie in Bezug auf ihre Stärke vollkommen unabhängig von einander; jeder derselben kann nach Belieben das Maximum haben, während die anderen sich auf dem Minimum halten. In den bekannten Sprachen ist jeder reibende Laut, welcher mit einem tönenden zu derselben Zeit gebildet wird, ziemlich schwach, weil die Stimmbänder gewöhnlich nur

einen sehr mässigen Luftstrom erfordern um in Schwingung zu kommen. Man kann aber, wie gesagt, auch anders verfahren, obgleich es hartnäckig geleugnet worden ist. Folgende Versuche lassen darüber keinen Zweifel bestehen.

1. Ich sprach irgend einen Mundreibelaut lang gedehnt und so stark ich nur konnte; mit beiden Händen bildete ich eine Schallleitung nach meinem Ohre hin, so dass das Geräusch geradezu betäubend war. Brachte ich nun, während ich den Reibelaut ununterbrochen aushielt, die Stimmbänder mit beliebiger Kraft zum Tönen, so war an der Stärke des Reibelautes nicht die mindeste Abnahme zu merken.
2. Ich nahm eine Glasröhre von etwa 1 Mm. innerem Durchmesser; dass eine Ende steckte ich ziemlich tief in den Mund, während ich den übrigen Theil lothrecht in Wasser tauchte. Bildete ich nun den bilabialen oder den labiodentalen Reibelaut mit aller Anstrengung der Lungen, so stand das Wasser in der Röhre um 60 Cm. tiefer als ausserhalb derselben, wobei es ganz gleichgültig war, ob ich die Stimmbänder zugleich mittönen liess oder nicht. Die Luft innerhalb der Mundhöhle hatte also in beiden Fällen dieselbe Spannung, folglich auch der Reibelaut dieselbe Stärke, d. h. das nur mögliche Maximum.

Wem es trotz aller Anstrengungen nicht gelingt solche Versuche nachzumachen, der beweist nur, dass es ihm an dem nöthigen Geschick dazu fehlt.

In der Orthographie aller Völker werden die zusammengesetzten Laute wie einfache bezeichnet, was aus praktischen Rücksichten nur zu billigen ist, aber die Lautphysiologie und eine auf dieser beruhende Schrift nicht irre leiten darf.

Lautfolgen.

Mit nur ganz wenigen Ausnahmen kann jeder beliebige Laut ohne Absetzen unmittelbar nach irgend einem anderen gesprochen werden; wer es nicht kann, dem fehlt es eben an der Uebung. Es kommt oft genug vor, dass gewisse Laute

einem Volke ganz geläufig sind, dass aber ein Angehöriger desselben dennoch grosse Mühe hat sie unmittelbar nach einander hervorzubringen.

Zu den Lautfolgen gehören die sog. Doppellauter, an welchen die Physiologie nichts zu entdecken vermag, was dazu berechtigte, sie anders als die übrigen aufzufassen; ich behalte mir vor hierauf anderswo zurückzukommen.

Mehrere mit einander verbundene Laute werden oft von der grammatischen Theorie für einfache ausgegeben, was für die Lautwissenschaft üble Folgen gehabt hat; man denke z. B. an die „Aspiranten“ und an die „Palatalen“.

Wie man in der Musik zwei Töne in rascher Folge mit einander kann abwechseln lassen (Triller), so auch zwei Laute in der Sprache; nur besteht der Unterschied darin, dass es niemand eingefallen ist den Triller für eine besondere Art von einfachem Ton zu halten, während man den raschen Wechseln zweier Klänge für einen einfachen Laut ausgegeben hat, was allerdings nicht von grosser Bedeutung ist, aber immerhin von der Lautphysiologie als unrichtig bezeichnet werden muss.

Man nehme ein kurzes Röhrchen von etwa 10 Mm. innerem Durchmesser. Das eine Ende stecke man in den Mund, vor dem andern schiebe man einen mit Einschnitten versehenen Pappdeckel in der Weise hin und her, dass es abwechselnd geschlossen und geöffnet ist. Ist es geschlossen und bildet man bei faucalem Verschlusse einen tönenden Laut im Kehlkopf während der *u*-Stellung der Mundhöhle, so erhält man einen tönenden Schlusslaut mit *u*-Klang. Schiebt man den Pappdeckel langsam weiter, so dass ein Einschnitt vor die Röhrenöffnung zu stehen kommt, so vernimmt man einen tönenden Mundlaut mit *u*-Klang. Bewegt man den Pappdeckel rasch genug, so entsteht ganz deutlich ein sogenanntes Lippen-*R* mit *u*-Klang; dasselbe ist also nichts Anderes als ein rascher Wechsel von Mund- und Schlusslaut (= $14t\underline{\searrow}^{13}$ $14t\underline{\searrow}^{13}_{1}$ $14t\underline{\searrow}^{13}$ $14t\underline{\searrow}^{13}_{1}$ u. s. w.; statt $\underline{\searrow}$ können auch andere Formen der Mundhöhle eintreten; man kann ferner auch z. B. $14t\underline{\searrow}^{1}$ und $14t\underline{\searrow}$ mit einander abwechseln lassen = genäseltes Lippen-*R* mit *u*-Klang);

der Uebergang von jedem zum andern erzeugt jedesmal einen deutlichen Schlaglaut.

Die *R*-Laute sind nichts als „Lauttriller“, rasche Wechsel zwischen zwei immer wiederkehrenden Lauten; erfordert der eine derselben irgend einen festen Verschluss, welcher beim anderen nicht besteht, so bildet immer ein Schlaglaut den zeitlosen Uebergang zwischen beiden. Dass dabei die Organe nicht durch willkürliche Muskelbewegung, wie Haller meinte, sondern durch den Luftstrom zum Oeffnen und Schliessen gebracht werden, ist für den Laut ganz gleichgültig. In solche Schwingungen können versetzt werden: 1) die Lippen; 2) die Zungenspitze; 3) das Zäpfchen; 4) das Gaumensegel (jedoch wohl nur beim Einathmen); 5) die Stimmbänder. Wenn die *R*-Laute in der Orthographie aller Sprachen als einfach behandelt werden, so geschieht dies der Bequemlichkeit halber.

Man verwechsele diese Schwingungen nicht mit solchen, welche ein neues akustisches Product liefern; erfolgen die Stösse rasch genug hintereinander, so vernimmt das Ohr dieselben nicht mehr einzeln, sondern als eine continuirliche Erscheinung (so z. B. die tönenden Laute); bei den *R*-Lauten ist aber die Bewegung zu langsam; z. B. beim Lippen-*R* öffne ich, wie ich vermittelst des Kymographions gefunden habe, die Lippen 25 mal in der Secunde.

Die physiologische Schrift.

Während unsere gewöhnliche Schrift den Laut als Ganzes auffasst (was für die Zwecke des praktischen Lebens unumgänglich nothwendig ist), zerlegt ihn die physiologische in seine einzelnen Factoren. Jene kann nur eine bestimmte Anzahl von Lauten darstellen und muss für jeden neuen einen neuen Buchstaben erfinden; da sie von einer grossen Menge Menschen verwendet wird, welchen die tiefere Einsicht in ihr Wesen abgeht, vermag sie sich nicht in ihrer Reinheit zu erhalten und verfällt oft in Abhängigkeit von Mode und Satzung. Hingegen die physiologische Schrift besteht nur aus einer begrenzten Anzahl von allerdings ebenfalls conventionellen Zeichen, mit deren Hülfe sie nicht nur für alle überhaupt möglichen

Lauterscheinungen ausreicht, sondern auch die Verwandtschaften derselben unter einander zur klaren Anschauung bringt.

Die Gestaltungen des Mundraumes, welche für den Klang von Bedeutung sind, machen der physiologischen Beschreibung grosse Schwierigkeiten; es muss einstweilen als ganz unmöglich betrachtet werden, die Lage der Zunge und des weichen Gaumens so zu bestimmen, dass lediglich vermittelst dieser Angaben irgend eine Färbung des Klanges, z. B. der *e*-Laut, welchen wir in See, Schnee, Weh zu bilden pflegen, unzweideutig bezeichnet werden könnte; man wird niemanden durch eine rein physiologische Anleitung, ohne vorhergehende Verabredung dazu bringen können, einen gewissen Vokal zu erzeugen, möge ihm dieser geläufig sein oder nicht.

Genau erkenn- und bestimmbare Merkmale wird wohl nur die Akustik geben können; aber leider jetzt noch nicht, denn die Helmholtz'schen Eigentöne der Mundhöhle stimmen bei den verschiedenen Beobachtern nicht überein und scheinen für die Unterscheidung nahe an einanderliegender Färbungen nicht die nöthige Sicherheit zu bieten.

Deshalb muss man hier das Ohr und den Sprachgebrauch zu Rathe ziehen und gewisse Stufen der Vokalscala, welche bei allen Gebildeten Deutschlands in annähernder Identität vorkommen, nicht als Naturlaute, sondern als feste, von einander freilich ungleich weit abstehende Punkte aufstellen, so willkürlich dies auch sein mag. Den Zeichen *i*, *e*, *ä*, *o*, *u*, *ö*, *ü* entsprechen überall merklich dieselben Laute; auch in Betreff derjenigen Zwischenstufen, welche im Deutschen verwendet werden, herrscht eine leidliche Uebereinstimmung, bis auf den Werth des *a*-Zeichens, welches je nach den Gegenden bald dem *ä*, bald dem hellen *o* näher steht und daher noch eine Verabredung und Einigung erfordert; bestimmen wir denselben nach dem Gebrauche der Gebildeten Norddeutschlands. Nach dem Gehöre ordnen sich die Klänge in folgender Weise:

a

ä *ö* *å*

e *ȍ* *o*

i *ü* *u*

Was die Zeichen betrifft, welche so gewählt werden müssen, dass aus denselben das Verhältniss jedes Klanges zu den anderen deutlich zu ersehen ist, so würde ich gern um der wünschenswerthen Einigung willen von einigen untergeordneten Bedenken absehen und mich Brücke anschliessen (s. phonet. Transscr. S. 16 und 49); aber sein System ist zu arm und scheint mir einer weitern Entwickelung nicht fähig. Ich nehme das von Rumpelt (das natürliche System der Sprachlaute, Halle 1869, Taf. I) vorgeschlagene Schema an (s. Fig. 1); jedoch musste ich den Gipfel der Pyramide anders gestalten, um die Darstellung der um denselben herumliegenden Zwischenstufen zu ermöglichen. Fig. 2 giebt eine Uebersicht über alle Zeichen, deren Zahl sich, wenn nöthig, leicht von 78 auf 260 steigern lässt. Fig. 3 zeigt eine bequemere Schreibung der Reihe *i*, *a*, *u* und des *ü*; der in Fig. 4 dargestellte nach oben spitz zulaufende Strich muss dann die einfache lothrechte Linie ersetzen.

Mit Hülfe dieser Symbole kann jede Gestaltung des Mundhöhlenraumes, deren entsprechender Klang bekannt und bestimmt ist, leicht bezeichnet werden (z. B. $14t\underline{\angle}^{1s}$ stellt den laut gesprochenen ungenäselten *i*-Laut dar; $14r$T ein genäseltes offenes *ö* in der Flüstersprache; $10r\,14t\underline{\angle}$ den antepalatalen Reibelaut gleichzeitig mit dem *i*-Laut in lauter näselnder Rede u. s. w.).

Wenn es sich blos um Verständigung über einzelne Laute handelt, so sind Formeln wie die von mir gegebenen ausreichend; sollen aber ganze Sätze dargestellt werden, so sind die einzelnen Ziffern und Buchstaben durch Zeichen zu ersetzen, welche sich untereinander möglichst flüssig und compendiös verbinden lassen, wobei natürlich eine genaue Angabe von Stärke, Dauer und Tonhöhe jedes Lautes nicht fehlen darf.

Fig. 1.

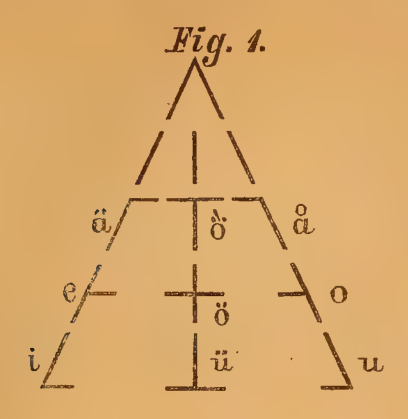


Fig. 2.

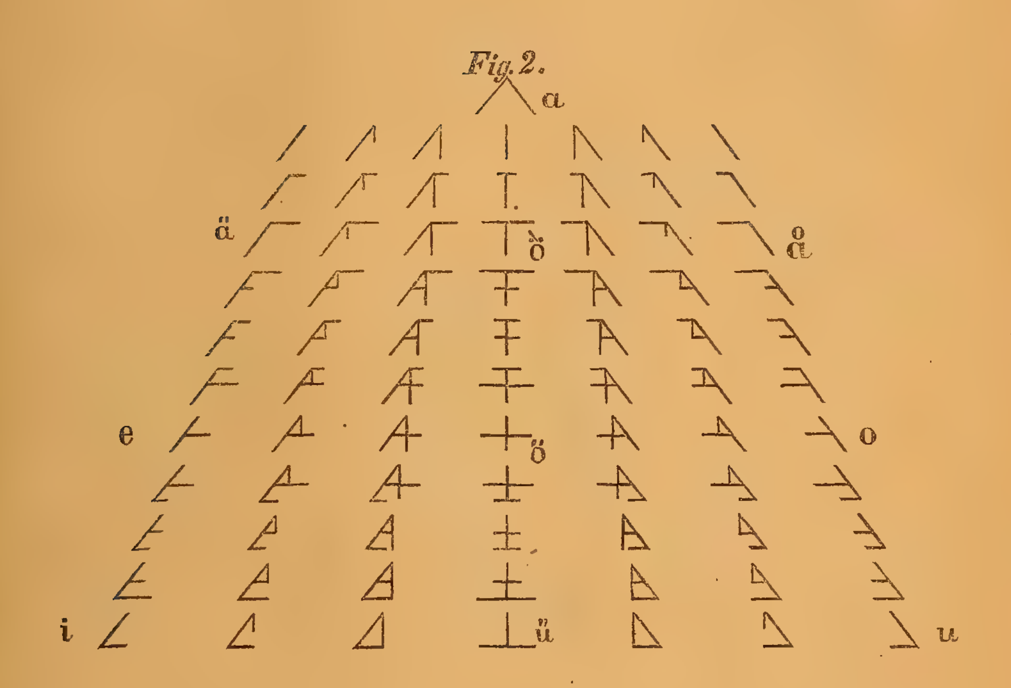


Fig. 3.

i e ä a

å o u ü

Fig. 4.

Ueberblick.

Handelt es sich um Lautbestimmungen, so ist also Folgendes zu beachten:

1. Sind mehrere Schallquellen thätig? oder eine auf verschiedene Arten und unter verschiedenen Verhältnissen?
   - Zu gleicher Zeit?
   - nacheinander?

Bei jedem einzelnen Laut ist dann zu bestimmen:

2.
   - Findet ein Luftstrom statt?
     - exspiratorisch?
     - inspiratorisch?
   - oder keiner?

3. Wo liegt die Schallquelle (Ort)?

4. Wie wirkt sie?
   - dauernd (Dauerlaut)? wie lange?
     - reibend?
     - schlürfend?
     - tönend?
     - pfeifend?
   - zeitlos (Schlg-laut)?
     - öffnend?
     - schliess.?
       - ganzer Verschl.?
       - theilweiser?
         - breite Berührungsfläche?
         - schmale?

5.
   - Pflanzt sich der Schlag durch den Mund nach aussen (Mundlaut oder Mundnasenlaut)?
     - weite Oeffnung?
     - weite mit theilweiser Berührung? wo?
     - enge, nicht lautbildende Oeffnung? wo?
   - oder nicht (Nasen- oder Schlusslaut)?
     - wo in der Mundhöhle ist ein Verschluss hergestellt?
       - fest?
       - beinahe fest?

6. Pflanzt sich der Schall durch die Nase nach aussen (Mundnasen- oder Nasenlaut)?
   - weite Oeffnung der Gaumenklappe?
   - enge, nicht lautbildende?

   oder nicht (Mund- oder Schlusslaut)?
   - fester Abschluss?
   - beinahe fester?

7. Welche Gestalt hat die Mundhöhle?
8. Wie stark ist der Laut?
9. Welches ist dessen Tonhöhe?

Saargemünd, Juni 1873.

Ueber die relative Grösse des Darmkanales und der hauptsächlichsten Körpersysteme beim Menschen und bei Wirbelthieren.

Von

Dr. J. Custor

in Bern.

Der Darmkanal der Wirbelthiere ist von Anatomen und Physiologen vielfach zum Gegenstande der Untersuchung gemacht worden. Nichtsdestoweniger bleibt zur Förderung seiner Kenntniss noch Manches zu thun übrig. Namentlich ist eine der wichtigsten Seiten seiner Erscheinung, das Verhältniss seiner Grösse zu derjenigen des Gesammtkörpers, bisher nur oberflächlich erforscht worden. Allerdings wurde schon vor längerer Zeit der Versuch gemacht, dieses Verhältniss durch die Vergleichung der einfachen Körper- und Darmlänge festzustellen. Namentlich haben Meckel[1]) und Cuvier[2]) zahlreiche darauf bezügliche Messungen angestellt. Letzterer hat sogar auch die Weite des Darmkanals berücksichtigt und gezeigt, wie sie vielfach im umgekehrten Verhältnisse zur Länge stehe. Nichtsdestoweniger hat er die betreffenden Beziehungen nicht weiter verwerthet. Später haben Bergmann und Leuckart[3]) das

[1]) Meckel, System der vergleichenden Anatomie. Bd. IV.

[2]) Cuvier, Leçons d'anatomie comparée. Paris 1835. Tome IV.

[3]) Bergmann und Leuckart, Anatomisch-physiologische Uebersicht des Thierreiches. Stuttgart 1855. S. 83.

Unbefriedigende aller derartiger Versuche hervorgehoben und den sicher allein zum Ziele führenden Weg vorgezeichnet. Derselbe ist jedoch meines Wissens noch niemals in Wirklichkeit betreten worden. Gerne folgte ich daher einer darauf bezüglichen Aufforderung meines verehrten Lehrers, Herrn Prof. Aeby. Auch benutze ich diese Gelegenheit, ihm für die unausgesetzte Mitarbeit, ohne welche mir die Lösung der gestellten Aufgabe wohl schwerlich gelungen wäre, den wärmsten Dank auszusprechen.

Meine Untersuchungen waren bereits abgeschlossen, als die den gleichen Gegenstand behandelnde Arbeit von Crampe[1]) erschien. Dieselbe stellt sich mit grosser Entschiedenheit auf den älteren Standpunkt und gipfelt geradezu in dem Satze, dass die Vergleichung der Darmlänge, resp. der Darm-Schleimhautfläche mit der Körpermasse sich nicht empfehle, indem sie lange nicht die Gewähr biete wie Verhältnisszahlen, gewonnen aus der Vergleichung der Körperlänge mit der Länge, resp. mit der Schleimhautfläche des Darms (a. a. O. S. 706). Nach den Beweisen für die Richtigkeit dieses Satzes habe ich freilich umsonst gesucht. Was Crampe als solche aufführt, lehrt nach meiner Ansicht weiter nichts, als dass das Verhältniss zwischen Darmfläche und Körpergewicht bei Thieren der gleichen Art nach der Verschiedenheit der Alters- und Ernährungsstufe gewissen Schwankungen unterliegt. Es geht aber aus seinen eigenen Zahlen hervor, dass die gleichen Schwankungen auch in den Verhältnissen zwischen Darmlänge und Körperlänge wiederkehren. Daher hat in dieser Beziehung die von Crampe vertheidigte Methode gegenüber der von ihm verworfenen durchaus nichts voraus. Indessen, wenn dem auch so wäre, so blieben hinsichtlich ihres Werthes immerhin noch die bereits von Bergmann und Leuckart betonten theoretischen Bedenken der allergewichtigsten Art bestehen, und diese zu entkräften, hat Crampe nicht einmal den Versuch gemacht.

---

[1]) Crampe, Vergleichende Untersuchungen über das Variiren in der Darmlänge und in der Grösse der Darmschleimhautfläche bei Thieren einer Art. Archiv f. Anatomie u. Physiologie. 1872.

Suchen wir vorerst die principielle Seite der Frage klar zu legen. Wir gehen dabei von dem Satze aus, dass in einem harmonisch gegliederten oder normalen Organismus die Beschaffenheit eines jeden Organes durch diejenige der übrigen Organe bedingt werde. In seinem äusseren Auftreten erscheint daher jedes Organ nothwendiger Weise als ein Ausdruck der ihm zugetheilten Arbeit. Diese in eine leicht fassliche Formel zu bringen, ist die Aufgabe jeder morphologischen Forschung, die nicht den todten, sondern den lebenden Körper zum Zielpunkte wählt. Ihre Lösung stösst gerade beim Darmkanale wegen der Verwickelung der Verhältnisse auf besondere Schwierigkeiten. Er muss offenbar so gestaltet sein, dass er das Nahrungsbedürfniss des Körpers mit Zugrundelegung der ihm gelieferten rohen Stoffe zu decken vermag, und seine Arbeit wird daher einerseits durch die Grösse des ersteren, anderseits durch die Beschaffenheit der letzteren bestimmt, Factoren, die wohl auseinander zu halten sind. Beginnen wir mit dem Nahrungsbedürfniss. Dasselbe richtet sich nach der Grösse des Stoffwechsels. Diese selbst aber wird in doppelter Weise bedingt, nämlich einmal durch die Masse des Körpers, welche an ihm Theil nimmt, und dann auch durch die Eigenartigkeit, womit er den Stoff bald rascher, bald langsamer kreisen lässt. Die letztere zu bestimmen, ist Sache der Physiologie, und wir suchen ihr morphologisch nur in sofern näher zu kommen, als wir bei der Bestimmung der Körpermasse die einzelnen Organsysteme auseinanderhalten. Wie aber diese Masse überhaupt zum Ausdruck bringen? Eine einzelne Dimension vermag dies nun und nimmer zu thun und daher ist auch die Anwendung der einfachen Körperlänge, gleichgiltig, ob der ganzen, oder nur eines bestimmten Theiles derselben, unbedingt zu verwerfen, sobald es sich um die Vergleichung so verschiedener, in ihren Dickenverhältnissen so schwankender Formen, wie derjenigen der Wirbelthiere, handelt. Bekanntlich sind es ja gerade die schlanksten, mithin an Masse bescheidensten Körpertheile, wie Hals und Schwanz, welche in ihrer Entwickelung die auffälligsten Verschiedenheiten darbieten und somit den Werth des Längenmaasses zu einem äusserst

veränderlichen machen. In Folge davon hat es denn auch keiner der genannten Forscher gewagt, die ganze Körperlänge zur Grundlage seiner Vergleichungen zu machen oder auch nur einen Bruchtheil derselben überall in gleicher Weise auszuwählen. So messen Meckel und Cuvier (Leçons etc. a. a. O. S. 172) bei den Reptilien, Vögeln und Säugethieren von der Mund- zur Afteröffnung, bei den Fischen dagegen mit Ausnahme der Rochen bis zur Schwanzflosse. Noch weiter geht Crampe (a. a. O. S. 668). Er findet die vorige Messung ungenau und wählt für die Säugethiere die Länge der Wirbelsäule vom Hinterhaupte bis zum After (ob die Krümmungen der Wirbelsäule mit eingerechnet werden oder nicht, ist nicht angegeben), während er für Frösche, Kröten, Eidechsen u. s. w., die Entfernung von der äussersten Spitze des Maules längs der Wirbelsäule bis zum After, bei Fischen die Entfernung vom Maule bis zum Ansatze der Schwanzflosse als Längeneinheit annimmt. Es ist wohl überflüssig zu bemerken, dass bei einer derartigen Verschiedenheit des Maassstabes von einem Vergleichen überhaupt nicht mehr die Rede sein kann. Crampe hat dies übrigens auch gar nicht gethan, sondern sich auf das Variiren in der Grösse der Darmschleimhautfläche bei Thieren einer Art, also in wesentlich congruenten Formen beschränkt. Gehen wir aber über diese engen Schranken hinaus, so erhalten wir vergleichbare Werthe nur dann, wenn wir die Körper nach all ihren Dimensionen berücksichtigen oder, da dies bei der Unregelmässigkeit der betreffenden Formen doch zu keinem Ergebnisse führen würde, wenn wir als Ausdruck ihrer Grösse das absolute Gewicht setzen. Die Verschiedenheiten im specifischen Gewichte bei den gleichen Geweben verschiedener Thiere kommen hinsichtlich der Zuverlässigkeit des gewonnenen Resultates gewiss nicht in Betracht.

Wenden wir uns nunmehr dem Darmkanale zu, so ergiebt sich auch hier, dass die einfache Länge den richtigen Ausdruck seiner Leistungsfähigkeit schlechterdings nicht zu geben vermag, indem sie aus sehr verschiedenartigen Factoren hervorgeht. Anatomisch kömmt in erster Linie die Grösse der Berührungsfläche von Darmwand und Darminhalt in Betracht, da

mit ihr die Menge der aufgesaugten Nahrungsstoffe nothwendigerweise steigt und fällt. Es ist daher unerlässlich, als Grundlage jeder Berechnung die Ausdehnung der inneren Darmfläche kennen zu lernen. Ausserdem spielt aber auch die Zeitdauer der Berührung eine grosse Rolle oder mit anderen Worten die Geschwindigkeit, mit welcher die Nahrungsstoffe den Darmkanal durchlaufen. Die Energie der Peristaltik und das Spiel der so häufig vorhandenen Klappen, welche hemmend auf die Fortbewegung des Darminhaltes einwirken, werden daher gleichfalls von Bedeutung. Als höchst wichtiger Factor muss aber auch die Beschaffenheit der Nahrungsmittel selbst nach dem Grade ihrer Concentrirung und Löslichkeit betont werden. Endlich ist nicht ausser Acht zu lassen, dass möglicherweise die lösende und aufsaugende Kraft der Darmwand bei verschiedenen Thieren oder selbst bei ein und demselben Thiere zu verschiedenen Zeiten einer Schwankung unterworfen ist.

Aus dem Gesagten ergiebt sich wohl zur Genüge, dass die vollständige Berechnung der Beziehungen zwischen Körper und Darmkanal eine höchst verwickelte ist und die genaue Kenntniss einer ganzen Reihe sehr verschiedener Factoren voraussetzt. Die einfache Vergleichung der beiderseitigen räumlichen Entwickelung ist nimmer im Stande, die Aufgabe voll zu lösen, wohl aber bildet sie eine der unerlässlichen Grundlagen für diese Lösung. Wir überlassen es Anderen, die übrigen Factoren zu bestimmen und namentlich auch die Frage zu prüfen, inwiefern die Aenderung des einen Factors, beispielsweise der Nahrung, auch eine solche anderer Factoren, wie zum Beispiel der Darmfläche, nach sich zieht oder nicht. Absolut nothwendig ist sie jedenfalls nicht, da dem Darmkanal so wenig als irgend einem anderen Organe für gewöhnlich das Maximum seiner Arbeitskraft zugemuthet wird und daher seine Leistung auch ohne Aenderung der bestehenden Factoren nöthigenfalls sehr leicht gesteigert werden kann. Das lässt Crampe gänzlich ausser Acht, wenn er seine Sätze, dass zwischen Körpergewicht und Darmschleimhautfläche kein constantes Verhältniss existire und dass eine bestimmte Darmschleimhautfläche dem damit ausgestatteten Individuum anderen gegenüber gewisse Vor-

theile nicht biete, damit stützen will, dass bei weiblichen Thieren während der Trächtigkeit, wo der Darmkanal zweifelsohne mehr Nahrungsstoff zu liefern hat, keine Vergrösserung des letzteren eintritt oder dass mit der Abmagerung eines Thieres keine Verkleinerung, mit der Mästung keine Vergrösserung der Darmoberfläche verbunden sei. Gerade die hierbei auftretenden Schwankungen in den relativen Grössenwerthen sind von grösstem Interesse und werden vielleicht, wenn einmal genauer verfolgt, einen weiteren Einblick in das verwickelte Getriebe der Ernährungsvorgänge ermöglichen. Es ergiebt sich daraus aber auch die Mahnung, nicht mit der Bestimmung der rohen Körpermasse sich zu begnügen, sondern die verschiedenen Systeme zu trennen und so für den jeweiligen Ernährungszustand wenigstens einigermaassen einen Ausdruck zu gewinnen. Ich meinestheils habe mich so viel als möglich bemüht, mir annähernd gleich genährte Individuen zu verschaffen. Bedeutende Fettentwickelung war bei keinem derselben vorhanden.

Mein Verfahren bei den vorgenommenen Messungen und Wägungen war überall dasselbe. Die eines natürlichen Todes verstorbenen oder aber durch Erdrosselung, in einzelnen Fällen auch durch Anwendung von Chloroform getödteten Thiere wurden jeweilen erst nach dem vollständigen Verschwinden der Todtenstarre in Angriff genommen. Zunächst wurde die äussere Körperfläche, bei Vögeln nach vorgängiger Entfernung der Federn, durch Triangulation bestimmt, hierauf möglichst rasch die Haut sammt dem etwa vorhandenen Panniculus abgetragen und sofort gewogen. Dasselbe geschah für die Eingeweide unter Sonderung des Verdauungs-, Respirations- und Urogenitalapparates. Ersterem wurde die Zunge zugetheilt, er selbst natürlich vor der Wägung sorgfältig entleert. Mit dem Respirationsapparate blieben sämmtliche Hülfsorgane, bei den Fischen die Kiemenbogen, bei den Lungenthieren die Luftröhre sammt Kehlkopf verbunden. Beim Urogenitalapparate wurden allfällig vorhandene Embryonen ausser Rechnung gelassen. Von einzelnen Organen wurden das blutleere Herz, die Leber, Milz und Bauchspeicheldrüse besonders gewogen. Das Gehirn fand nur beim Menschen Berücksichtigung, sonst wurde es gleich

dem Rückenmarke in die Masse des Skeletes aufgenommen. Die Trennung des letzteren von der Muskulatur geschah bei grösseren Thieren einfach durch das Messer, bei kleineren dagegen musste im Interesse der Genauigkeit anders vorgegangen werden. Hier wurde vorerst das Gesammtgewicht von Skelet und Muskulatur festgestellt, hierauf das Ganze so lange gekocht, bis die Muskeln mit Leichtigkeit von den Knochen sich lösten. Das Gewicht der letzteren im feuchten Zustande wurde unmittelbar bestimmt und der Ueberschuss im Gesammtgewicht den Muskeln zu Gute geschrieben. Durch Controlversuche war zuvor die Brauchbarkeit dieser Methode nachgewiesen worden. So verlor ein frisches ungefähr 140 Gramm schweres Kaninchenskelet durch Kochen während der zur ausreichenden Lockerung der Muskeln nöthigen Zeit kaum 1 Gramm, also nicht einmal 1 % an Gewicht, ein Ausfall, der zu gering ist, als dass er irgendwie von störendem Einfluss zu werden vermöchte. Das Gesammtgewicht aller Systeme wurde als Körpergewicht angenommen. Es konnte dies um so unbedenklicher geschehen, als bei der Vermeidung jeglicher Verletzung vor dem Tode alles Blut in den Gefässen zurückblieb und auch bei der nachfolgenden Zerstückelung nur ein kleiner Theil desselben durch Ausfliessen verloren ging.

Nach Beendigung der Wägungen kam der unterdess feucht aufbewahrte Darmkanal von Neuem und zwar diesmal zum Behufe seiner Flächenbestimmung an die Reihe. Ich versuchte mehrere Methoden, blieb aber zuletzt bei der folgenden, als der sichersten, stehen. Der in seiner ganzen Länge von allen Aufhängebändern frei gelegte Darmkanal wurde möglichst vollständig aufgeblasen und seine Aussenfläche durch Triangulation bestimmt. Um die Genauigkeit der Methode zu prüfen, wurde der Darmkanal verschiedener Thiere zu wiederholten Malen aufgeblasen und wieder entleert; das Resultat der Messung war immer dasselbe. Das gleiche ergab sich aus der Messung bei verschiedenen Individuen gleicher Art, wie die späteren Tabellen zeigen werden. Ich kann daher der Behauptung von Crampe (a. a. O. S. 688), dass auf die Darmweite kein grosses Gewicht zu legen sei, nicht beipflichten, so sehr ich

auch anerkenne, dass in dieser Hinsicht der Darmkanal sich jedesmal der ihm überantworteten Nahrung anpasse. Das kann aber offenbar nur innerhalb der Gränzen seiner Ausdehnungsfähigkeit stattfinden. Ebenso ist es sicher, dass für gewöhnlich das Maximum derselben bei weitem nicht in Anspruch genommen wird. Es ist dies aber einer der zahlreichen Factoren, welche bei der jeweiligen Arbeit des Darmkanales in Rechnung zu bringen sind, welche zu bestimmen aber ausserhalb meines Planes liegt. Wie schon bemerkt, wurde die Messung des Darmes zwar an seiner Aussenfläche vorgenommen, aber bei der geringen Dicke der Wandungen darf das Resultat unbedenklich auf die Innenfläche übertragen werden. Ein wirklicher Fehler ergiebt sich nur daraus, dass diese Innenfläche nicht glatt, sondern uneben, in Falten und Zotten aufgeworfen ist. Glücklicherweise spielen die ersteren bei den untersuchten Thieren keine nennenswerthe Rolle, während für den Menschen Berechnungen ihres Einflusses auf die Vergrösserung der inneren Darmfläche bereits vorlagen.[1]) Auch die Nichtbeachtung der Zotten dürfte wohl nicht allzu folgenschwer sein. Einmal kehren sie bei allen Thierklassen wieder und mithin ist der Fehler für alle zu vergleichenden Grössen wenigstens annähernd derselbe. Dann ist aber auch zu berücksichtigen, dass für gewöhnlich das Maximum der Darmausdehnung gar nicht in Anwendung kömmt und dass daher durch die Annahme dieses Maximums immerhin ein theilweiser Ausgleich für die Vergrösserung, welche der weniger ausgedehnte Darm durch seine Zotten erfährt, erzielt wird. Auf alle Fälle kommt hier ein Factor in Betracht, dessen Bestimmung eine genaue Rechnung verlangen muss. Ob sie aber überhaupt in befriedigender Weise zu erzielen ist, darf bei der obwaltenden Schwierigkeit billig bezweifelt werden. Ich habe auch von vornherein auf jeden Versuch, letztere zu überwinden, verzichtet.

---

1) Aeby, Bau des menschlichen Körpers. Leipzig 1870. S. 541.

1. Relative Grösse des Darmkanales.

Bei einer vergleichenden Zusammenstellung mit der Masse des Körpers können selbstverständlich nur diejenigen Abschnitte des Darmkanales in Rechnung gebracht werden, welche den Speisemassen nicht blos zum augenblicklichen Durchgang dienen und welche ausserdem eine resorbtionsfähige Oberfläche besitzen. Es fallen daher die Mundhöhle, die Speiseröhre und der Muskelmagen der Vögel ohne Weiteres ausser Betracht. Streng genommen hätte vielleicht das Gleiche für die ersten Magenabtheilungen der Wiederkäuer und für das unterste Ende des Mastdarmes zu geschehen. Ich habe indessen doch vorgezogen, von dieser Abtrennung, deren Grenzen theilweise doch nur sehr willkürliche gewesen wären, Umgang zu nehmen. Mit oder ohne sie bleibt das Hauptresultat ohnehin das gleiche.

Ich beginne mit der Zusammenstellung der gefundenen Resultate. Die Berechnung der relativen Grösse des Darmkanals geschah überall in doppelter Weise, nämlich einmal mit Beziehung der Körpermasse in Grammen auf den Quadrat-Centimeter Darmfläche, das andere Mal umgekehrt mit Beziehung der Darmfläche in Quadrat-Centimetern auf das Gramm Körpermasse als Einheit. Die Schlussfolgerungen sind natürlich in beiden Fällen dieselben. Immerhin erschien es für die möglichst vielseitige Verwerthbarkeit der gefundenen Zahlen doch von Vortheil, die beiden Reihen von Beziehungszahlen aufzustellen. Bei dem Darmkanal sind die Blinddärme mit eingerechnet, jedoch bei den Fischen die etwa vorhandenen Appendices pyloricae, die wohl mehr drüsiger Natur sind, bei Seite gelassen.

	Körpergewicht = KG. in Gr.	Darmfläche = DFl. in □ Cm.	1 Gr. KG. = □ Cm. DFl.	Mittel	1 □ Cm. DFl. = Gr. KG.	Mittel.
I Fische.						
Chondrostoma Nasus	1187·5	211·9	0·18	0·17	5·60	5·72
	1205·8	206·1	0·17		5·87	
Leuciscus (spec.?)	460·0	85·1	0·18	0·18	5·41	5·55
	450·0	78·9	0·18		5·69	
Cyprinus Carpio	655·4	131·0	—	0·20	—	5·00
Esox lucius ♂	252·0	57·7	0·23	0·23	4·37	4·33
♀	252·0	58·8	0·23		4·29	
Pleuronectes Solea	352·0	101·4	0·29	0·29	3·47	3·45
	355·0	103·3	0·29		3·44	
Gadus lota	369·6	118·9	0·30	0·31	3·28	3·19
	364·3	111·0	0·32		3·11	
Gadus Merlangus ♂	248·0	98·0	0·40	0·39	2·53	2·58
♀	266·0	101·0	0·38		2·63	
Salmo fario ♂	277·0	168·7	0·61	0·60	1·65	1·68
♀	272·0	159·5	0·59		1·71	
Anguilla vulgaris	284·4	222·2	0·64	0·65	1·56	1·53
	269·1	218·6	0·66		1·50	
Perca fluviatalis	264·0	209·7	0·79	0·78	1·26	1·27
	271·1	210·4	0·77		1·29	
II. Amphibien.						
Bufo obstetricans	54·9	14·8	0·27	0·27	3·71	3·72
	52·4	14·0	0·27		3·74	
Rana esculenta	33·5	14·5	0·43	0·40	2·31	2·47
	40·5	15·4	0·38		2·63	
Triton (spec.?)	2·7	3·0	—	1·11	—	0·90
III. Reptilien.						
Lacerta stirpium	8·0	7·6	0·96	0·93	1·05	1·08
	9·5	8·5	0·90		1·11	
Coluber natrix	156.5	263·1	—	1·68	—	0·59
Anguis fragilis	21·3	37·6	—	1·76	—	0·56
IV. Vögel.						
Columba domestica ♂	303·0	136·0	0·44	0·44	2·23	2·24
♀	295·0	130·9	0·44		2·25	
Anas boschas fer.	1326·0	677·7	0·51	0·52	1·95	1·90
	1211·0	653·9	0·54		1·85	
Anser domestica	4061·0	2520·0	—	0·62	—	1·61
Larus ridibundus	254·0	175·3	—	0·69	—	1·45
Psittacus erythacus	244·0	193·0	—	0·79	—	1·26
Corvus Corone	461·0	442·6	0·96	0·97	1·04	1·02
	457·0	450·3	0·98		1·01	
Gallus domesticus ♀	560·0	564·4	1·01	1·00	0·99	0·99
♀	558·0	559·8	1·00		1·00	

		Körpergewicht = KG. in Gr.	Darmfläche = DFl. in □Cm.	1 Gr. KG = □Cm. DFl.		1 □Cm. DFl. = Gr. KG	
					Mittel.		Mittel.
Turdus Merula		108·3	118·9	1·10	1·05	0·91	0·95
		118·6	118·9	1·00		1·00	
Falco tinnunculus		446·0	471·6	—	1·06	—	0·94
Strix Aluco		465·0	491·8	—	1·06	—	0·94
Gallinago scolopacinus		113·0	127·7	1·13	1·16	0·88	0·86
		103·5	123·4	1·19		0·84	
V. Säugethiere.							
Felis leo	♀	64 179·0	15 246·0	—	0·24	—	4·21
Sus scropha dom.	♀	40 112·0	10 080·0	—	0·25	—	3·98
Canis familiaris	♂	10 100·0	2 633·4	0·26	0·26	3·83	3·68
	♀	8 900·0	2 518·9	0·27		3·53	
Homo	♂	52 317·0	15 714·0	0·30	0·29	3·33	3·36
	♂	49 020·0	14 439·0	0·29		3·39	
Canis vulpes		6 324·0	2 092·3	0·33	0·33	3·02	3·01
	♂	6 067·0	2 025·0	0·33		3·00	
Mustela foina		1 379·0	543·4	—	0·39	—	2·54
Felis Catus dom.	♂	1 555·0	840·0	0·54	0·55	1·85	1·81
	♀	1 479·0	831·3	0·56		1·78	
Ovis aries	♂	17 680·0	15 388·0	—	0·87	—	1·15
Cercopithecus (spec. ?)		2 817·0	2 575·0	—	0·91	—	1·09
Capra hircus	♀	15 128·0	14 275·0	—	0·94	—	1·06
Antilope rupicapra juv.	♂	6 250·0	7 817·5	—	1·25	—	0·80
Lepus variabilis	♂	2 636·0	3 994·0	—	1·51	—	0·66
Sciurus vulgaris	♂	295·0	533·5	1·81	1·84	0·55	0·54
	♀	280·0	528·0	1·88		0·53	
Lepus cuniculus	♂	1 144·0	2 432·2	2·12	2·05	0·47	0·48
	♀	1 120·0	2 219·8	1·98		0·50	
Cavia Cobaya	♂	416·0	950·1	2·28	2·36	0·44	0·42
	♀	382·0	933·0	2·44		0·41	
Mus rattus		177·0	410·8	2·32	2·38	0·43	0·42
		163·7	399·8	2·44		0·41	

Die Maxima und Minima vorstehender Tabelle liefern für die verschiedenen Thierklassen folgende Uebersicht:

	1 Gr. KG. = □Cm. DFl.		1 □Cm. DFl. = Gr. KG.	
	Max.	Min.	Max.	Min.
Fische	0·78	0·17	5·72	1·27
Amphibien . . .	1·11	0·27	3·72	0·90
Reptilien . . .	1·76	0·93	1·08	0·56
Vögel	1·16	0·44	2·24	0·86
Säugethiere . .	2·38	0·24	4·21	0·42

Wir entnehmen hieraus, dass in allen Klassen die relative Grösse des Darmkanals sehr beträchtlichen Schwankungen, wenngleich in verschiedenem Grade, unterworfen ist. So beträgt bei den Reptilien der Maximalwerth beiläufig das Doppelte, bei den Vögeln das Dreifache, bei den Amphibien das Vierfache, bei den Fischen das Fünffache und bei den Säugethieren vollends das Zehnfache des Minimalwerthes. Die kleinsten Ansprüche an ihren Darmkanal erheben die Fische, bei denen das Maximum wie das Minimum der Darmfläche den entsprechenden Grenzwerth der übrigen Thiere übersteigt. Hinsichtlich des Maximums folgen ihnen zunächst die Säugethiere, dann die Amphibien, Vögel und Reptilien, hinsichtlich des Minimums schreiten die drei letzteren in gleicher Reihenfolge voraus und lassen den Säugethieren den Endplatz. Nach den Maximal- und Minimalwerthen ihres Darmkanals ordnen sich mithin die Thierklassen folgendermaassen, wenn wir jeweilen die höheren Werthe den niedrigeren vorausschicken:

I. Maximalwerthe:	II. Minimalwerthe:
Fische.	Fische.
Säugethiere.	Amphibien.
Amphibien.	Vögel.
Vögel.	Reptilien.
Reptilien.	Säugethiere.

Bemerkenswerth ist hierbei die Thatsache, dass die Warmblüter nicht zusammenhalten, dass vielmehr auf beiden Seiten die Vögel zwischen Kaltblütern, den Amphibien und Reptilien, Stellung nehmen.

Es beweisen die mitgetheilten Zahlen des fernern, dass entgegen der bisherigen Annahme die Darmgrösse in keinem bestimmten Verhältnisse zur Fleisch- oder Pflanzennahrung steht. Die Kaltblüter lassen allerdings hinsichtlich der letzteren keine allzuscharfe Scheidung zu, aber es darf doch hervorgehoben werden, dass bei den Fischen gerade solche, welche, wie Chondrostroma, Leuciscus u. A., in ausgiebiger Weise auch Pflanzenkost geniessen, einen weit kleineren Darm besitzen

als solche, bei denen, wie bei Gadus, Salmo und Perca, die Fleischkost sehr entschieden in den Vordergrund tritt.

Ebensowenig liefern die Vögel eine Stütze für die hergebrachte Ansicht; denn es sind gerade die entschiedensten Fleischfresser (Falco, Strix, Gallinago), welche unter all den untersuchten die ergiebigste Darmfläche besitzen. Freilich mögen die Körnerfresser einigermaassen einen Ersatz im Kropfe finden, der nicht mitgerechnet wurde, auch stellenweise (z. B. bei der Taube) einen sehr ansehnlichen Umfang erreicht. Die Säugethiere allein unterziehen sich, wenigstens in der Mehrzahl, dem herkömmlichen Gesetze. Hier ist der Darmkanal der eigentlichen Fleischfresser entschieden kleiner als derjenige der Pflanzenfresser. Er zeigt freilich beträchtliche Schwankungen, aber auch sein kleinster Werth steht noch ansehnlich über dem grössten bei Pflanzenfressern. Diese wiederum scheiden sich sehr bestimmt in Wiederkäuer und Nagethiere. Letztere besitzen unter allen Wirbelthieren verhältnissmässig den grössten Darmkanal. Nagethiere wie Wiederkäuer bieten ein ungleich einförmigeres Gepräge als Fleischfresser. Dort übertrifft der grösste Werth den kleinsten nur um ungefähr die Hälfte, hier um das Zwei- und ein halbfache. Der untersuchte Affe stimmt mit den Pflanzenfressern, was kaum überraschen kann. Dagegen widerspricht die vom Menschen und vom Schweine eingenommene Stellung allen theoretischen Voraussetzungen. Beide erscheinen mitten unter den Fleischfressern und sogar in der oberen Hälfte derselben. Es bedarf wohl keiner Rechtfertigung, wenn wir die einzelnen Gruppen der Säugethiere noch besonders zusammenstellen:

	1 Gr. KG. = □Cm. DFl.		1 □Cm. DFl. = Gr. KG.	
	Max.	Min.	Max.	Min.
Raubthiere	0·55	0·24	4·21	1·81
Hausschwein	—	0·25	3·98	—
Mensch	0·30	0·29	3·39	3·33
Wiederkäuer	1·25	0·87	1·15	0·80
Affe	—	0·91	1·09	—
Nagethiere	2·38	1·51	0·66	0·42

Ein Einfluss der absoluten Körpergrösse auf die Entwickelung der Darmfläche tritt, ganz abgesehen davon, dass ein solcher mit hinreichender Schärfe nur bei Thieren der gleichen Art nachzuweisen wäre, nirgends hervor. Beim Löwen ist der Darmkanal allerdings weniger entwickelt als bei der Hauskatze, beim Kaninchen und dem Alpenhasen weniger als beim Meerschweinchen und bei der Ratte, aber es übertrifft hinwiederum das Eichhörnchen den Alpenhasen und der kleinere Fuchs den grösseren Haushund. Ebensowenig lässt sich aus dem kleineren Darmkanal der Hauskatze gegenüber dem grösseren des Löwen etwas für die Rückwirkung der Zähmung auf den Körperbau folgern; denn einmal ist durch nichts bewiesen, dass alle Katzen-Organismen völlig gleichartig in ihren Ernährungsverhältnissen seien und dann würde sich durch das Beispiel von Hund und Fuchs wohl mit gleichem Rechte gerade das Gegentheil beweisen lassen.

Die gefundenen Resultate widerlegen die bisherigen Annahmen über die relative Grösse des Darmkanals. Leider ist es, ohne sich der unstäten Fluth reiner Hypothesen zu überantworten, vor der Hand unmöglich, für den Stoffwechsel und den gesammten Ernährungsvorgang weitere Schlussfolgerungen daraus zn ziehen. Jedenfalls beweisen sie aber die Richtigkeit des früher von uns aufgestellten Satzes, dass die räumliche Ausdehnung des Darmkanals für sich allein keinen richtigen Maassstab für seine physiologische Stellung gegenüber dem ganzen Körper zu geben vermöge, dass es vielmehr zur Lösung dieser Aufgabe noch einer Reihe weiterer Factoren bedürfe. Es ist auch klar, dass die mitgetheilten Zahlen durch weiter gehende Untersuchungen vielleicht da und dort eine Correction und, namentlich in ihren Ganzwerthen, eine Verschiebung erfahren werden. Anderseits unterliegt es aber auch keinem Zweifel, dass sie in ihrem gegenwärtigen Bestande nicht dem Zufalle, sondern einem typischen Gesetze ihre Entstehung verdankeu. Dafür bürgt die wahrhaft überraschende Uebereinstimmung zwischen verschiedenen Individuen der gleichen Art, sowie auch zwischen verschiedenen Arten, soweit solche zu

nach Lebens- und Ernährungsweise einheitlichen Gruppen sich vereinigen lassen.

2. Relative Grösse der einzelnen Abschnitte des Darmkanals.

Wir haben im Vorgehenden den Darmkanal als einen einheitlichen aufgefasst. Bekanntlich spielen jedoch seine einzelnen Abschnitte in dem Vorgange der Ernährung eine verschiedene Rolle und es lohnt sich daher zu untersuchen, in welcher Weise die Vertheilung der ganzen Darmfläche auf die bekannten Hauptgebiete des Magens, des Dünn- und Dickdarmes erfolgt, soweit letztere überhaupt von einander sich unterscheiden lassen. Ich halte es für überflüssig, die absoluten Zahlen mitzutheilen, da die Grösse des ganzen Darmkanals schon in den früheren Tabellen enthalten ist und die nachfolgenden Procentwerthe nöthigen Falles daraus mit Leichtigkeit sich daraus berechnen lassen. Der leichteren Orientirung wegen behalte ich jetzt wie später die frühere Reihenfolge der untersuchten Thiere bei. In Procenten des ganzen Darmkanals, selbstverständlich in dem schon früher angenommenen Umfange, gestaltet sich die Ausdehnung seiner einzelnen Abschnitte folgendermaassen:

		Magen.		Dünndarm.		Dickdarm.	
			Mittel.		Mittel.		Mittel.
I. Fische.							
Chondrostoma Nasus		27·5 27·3	27·4	72·5 72·7	72·6		
Leuciscus (spec.?)		31·3 30·3	30·8	68·7 69·7	69·2		
Cyprinus carpio		—	22·9	—	77·1		
Esox lucius	♂ ♀	33·5 33·7	33·6	66·5 66·3	66·4		
Pleuronectes Solea		57·2 56·1	56·6	42·8 43·9	43·3		
Gadus lota		49·5 49·1	49·3	50·5 50·9	50·7		
Gadus Merlangus	♂ ♀	10·8 11·6	11·2	89·2 88·4	88·8		

		Magen.		Dünndarm.		Dickdarm.	
			Mittel.		Mittel.		Mittel.
Salmo fario	♂ ♀	6·7 6·5	6·6	93·3 93·5	93·4		
Anguilla vulgaris		7·9 7·5	7·7	92·1 92·5	92·3		
Perca fluviatilis		9·8 10·0	9·9	90·2 90·0	90·1		
II. Amphibien.							
Bufo obstetricans		25·7 26·4	26·0	45·9 45·7	45·8	28·4 27·9	28·2
Rana esculenta		28·8 31·2	30·0	18·2 17·5	17·8	53·1 51·3	52·2
Triton (spec.?)		—	46·7	—	53·3		
III. Reptilien.							
Lacerta stirpium		31·4 27·2	29·3	68·6 72·8	70·7		
Coluber natrix		—	36·8	—	63·2		
Anguis fragilis		—	35·1	—	64·9		
IV. Vögel.							
Columba domestica	♂ ♀	18·7 18·4	18·5	52·6 54·0	53·3	28·7 27·5	28·1
Anas boschas fer.		4·9 4·6	4·7	55.4 55·3	55·3	39·6 40·1	39·8
Anser domestica		—	2·7	—	82·9	—	14·4
Larus ridibundus		—	14·0	—	86·0		
Psittacus erythacus		—	21·9	—	45·5	—	22·2
Corvus Corone		5·9 6·2	6·0	49.8 49·8	49·8	44·4 44·0	44·2
Gallus domesticus	♂ ♀	8·6 8·4	8·5	61·6 61·6	61·6	29·8 30·0	29·9
Turdus Merula		7·5 7·5	7·5	37·7 36·7	37·2	54·7 55·7	55·2
Falco tinnunculus		—	5·9	—	50·4	—	43·5
Strix Aluco		—	6·1	—	49·4	—	44·5
Gallinago scolopacinus		8·8 8·1	8·4	38·1 37·8	37·9	53·1 53·9	53·5
V. Säugethiere.							
Felis leo	♀	—	28·7	—	46·3	—	25·1
Sus scropha dom.	♀	—	22·9	—	49·9	—	27·1
Canis familiaris	♂ ♀	20·4 20·2	20·3	63·7 63·7	63·7	15·9 16·1	16·0

		Magen.		Dünndarm.		Dickdarm.	
			Mittel.		Mittel.		Mittel.
Homo	♂ ♂	19·2 20·9	20·0	58·2 55·3	56·7	22·6 23·8	23·2
Canis vulpes	♂	24·5 24·9	24·7	59·4 59·4	59·4	16·1 15·6	15·8
Mustela foina		—	19·3	—	57·2	—	23·5
Felis Catus dom.	♂ ♀	18·0 18·0	18·0	56·0 56·1	56·0	26·0 25·9	25·9
Ovis aries	♂	—	31·6	—	41·2	—	27·1
Cercopithecus (spec.?)		—	16·3	—	53·2	—	30·5
Capra hircus	♀	—	32·1	—	39·9	—	28·0
Antilope rupicapra juv.	♂	—	34·2	—	47·9	—	17·9
Lepus variabilis	♂	—	3·2	—	55·5	—	41·3
Sciurus vulgaris	♂ ♀	11·2 11·1	11·1	55·1 55·1	55·1	33·7 33·8	33·7
Lepus cuniculus	♂ ♀	5·1 5·2	5·1	48·4 47·2	47·8	46·6 47·2	46·9
Cavia Cobaya	♂ ♀	6·8 6 8	6·8	29·8 29·8	29·8	63·3 63·4	63·3
Mus rattus		12·6 12·6	12·6	54·1 54·4	54·2	33·1 32·9	33·0

Von allen Theilen des Darmkanales steht keiner hinsichtlich seiner Grössenverhältnisse unter so unmittelbarer Einwirkung der aufgenommenen Nahrungsstoffe wie der Magen. Auch ist ja bekannt, dass er durch sie eine bleibende Erweiterung erfahren kann, sofern sie anhaltend in irgendwie beträchtlichen Massen eingeführt werden. Da nun in dieser Hinsicht bei den einzelnen Thieren eine sehr bedeutende Verschiedenheit Platz greift, da die einen auf weniger und dafür concentrirteren, die anderen auf mehr und dafür weniger ausgiebigen Nahrungsstoff sich angewiesen sehen, so war von vornherein zu erwarten, dass die relative Grösse des Magens sehr ungleiche Werthe ergeben würde. Wir sehen sie denn auch in der That einerseits auf 3 pCt. der ganzen Darmfläche sinken, andererseits auf über 56 pCt. derselben ansteigen. Den beträchtlichsten Schwankungen unterliegen die Fische. Mächtig ausgeweitet erscheint der Magen einiger Räuber, wie Esox, Pleuronectes und Gadus lota, während andere, die ebenfalls

thierische Nahrung zu sich nehmen, jedoch in feiner vertheiltem Zustande als Gewürm u. s. w., das gerade Widerspiel abgeben. Beispiele dieser Art liefern der Aal, die Forelle, der Barsch und Gadus Merlangus. Pflanzenfresser, wie Chondrostoma, Leuciscus, Cyprinus, halten so ziemlich die Mitte. Bei Amphibien und Reptilien beträgt der Magen zum mindesten ein Viertheil der ganzen Darmfläche, erreicht aber daneben auch das volle Drittheil. Niedriger, aber ebenfalls sehr ungleich stellen sich die Vögel mit 2—18 pCt., ohne dass für die einzelnen Fälle etwas Typisches sich erkennen liesse. Die Säugethiere ordnen sich in drei Gruppen. Der kleinste Magen (3—12 pCt.) gehört den Nagern, der grösste (31—34 pCt.) den Wiederkäuern. Die Raubthiere halten mit 19—28 pCt. die Mitte. Ihnen gesellt sich der Mensch mit 20 pCt. bei.

Der eigentliche Darm verhält sich als Ganzes natürlich entgegengesetzt wie der Magen. Er verlangt daher, so weit keine Scheidung in bestimmte Unterabtheilungen stattfindet, keine besondere Berücksichtigung. Dagegen bieten die Grössenverhältnisse von Dünn- und Dickdarm Interesse. Freilich zeigt sich in dieser Hinsicht ein bestimmter Charakter erst bei den Warmblütern, während die Kaltblüter, so weit sie überhaupt auf diese Bildung hin geprüft werden konnten, ganz widersprechend sich verhalten. Bei den Vögeln ist unter den Pflanzenfressern der Dickdarm auffällig kleiner als unter den Fleischfressern, wo er zum Theil den Dünndarm an Ausdehnung übertrifft. Bei den Säugethieren ist merkwürdigerweise gerade das Gegentheil der Fall. Die Fleischfresser haben hier den kleinsten, die Pflanzenfresser, und unter ihnen vor allem die Nager, den grössten Dickdarm. Dort bleibt der Dickdarm durchschnittlich um die Hälfte oder noch mehr hinter dem Dünndarm zurück, hier kann er ihn selbst um das Doppelte übertreffen. Auch in diesem Punkte steht der Mensch dem Fleischfresser, das Schwein und der Affe dagegen dem Pflanzenfresser näher. Uebrigens sind die Unterschiede innerhalb ein und derselben Gruppe ziemlich ansehnlich. Von scharfen Grenzen ist nirgends die Rede.

3. Relative Grösse der hauptsächlichsten Körpersysteme.

Meines Wissens sind bis jetzt nur sehr vereinzelte Versuche gemacht worden, den Antheil zu bestimmen, der an der allgemeinen Körpermasse auf die einzelnen Organgruppen oder Systeme fällt. Ich habe es mir daher angelegen sein lassen, bei allen von mir untersuchten Thieren diese Lücke auszufüllen. Die Haut sammt ihren Anhängseln (die Federn der Vögel ausgenommen), das Innenskelet, die allgemeine Körpermusculatur und die vegetativen Eingeweide kommen dabei als ebensoviele einheitliche Rubriken in Betracht. In Procenten des ganzen Körpergewichtes bieten sie folgende Werthe:

		Haut.		Innenskelet.		Musculatur.		Eingeweide.	
			Mittel.		Mittel.		Mittel.		Mittel
I. Fische.									
Chondrostoma Nasus		9·3 8·5	8·9	10·1 10·7	10·4	64·8 65·1	64·9	15·8 15·7	15·7
Leuciscus (spec.?)		12·8 11·8	12·3	7·6 9·7	8·6	60·8 61·1	60·9	18·7 17·3	18·0
Cyprinus Carpio		—	10·7	—	9·2	—	58·0	—	22·2
Esox lucius	♂ ♀	13·3 12·2	12·7	13·1 12·2	12·6	62·5 62·4	62·4	11·1 12·9	12·0
Pleuronectes Solea		10·9 11·0	10·9	11·4 11·7	11·5	71·3 70·6	70·9	6·2 6·6	6·4
Gadus lota		10·8 10·8	10·8	11·5 10·8	11·1	70·1 71·3	70·7	7·1 7·1	7·1
Gadus Merlangus	♂ ♀	10·4 9·7	10·0	9·2 9·0	9·1	70·0 70·7	70·3	10·4 10·5	10·4
Salmo fario	♂ ♀	13·7 13·2	13·4	10·1 9·9	10·0	64·9 65·5	65·2	11·2 11·3	11·2
Anguilla vulgaris		12·7 12·7	12·7	9·0 8·8	8·9	67·0 66·7	66·8	11·4 11·3	11·3
Perca fluviatilis		12·3 12·2	12·2	12·9 12·6	12·7	60·6 61·9	61·2	14·2 13·3	14·0
II. Amphibien.									
Bufo obstetricans		13·5 13·5	13·5	13·6 13·2	13·4	56·9 59·0	57·9	15·7 13·6	14·6
Rana esculenta		16·4 15·8	16·1	16·4 15·8	16·1	53·8 54·4	54·1	13·2 13·5	13·3
Triton (spec.?)		—	11·1	—	74·2			—	14·1

		Haut.		Innen-skelet.		Muscu-latur.		Ein-geweide.	
			Mittel.		Mittel.		Mittel.		Mittel
III. Reptilien.									
Lacerta stirpium		13·7 14·8	14.2	15·0 14·8	14·9	53·8 50·7	52·2	17·4 19·5	18·4
Coluber natrix		—	24·8	—	14·1	—	39·4	—	21·5
Anguis fragilis		—	24·4	—	15·0	—	37·6	—	22·9
IV. Vögel.									
Columba domestica	♂ ♀	5·3 4·1	4·7	13·7 13·7	13·7	65·0 66·8	65·9	16·1 15·5	15·8
Anas boschas fer		7·5 7·1	7·3	13·2 12·8	13·0	66·1 67·4	66·7	13·1 12·5	12·8
Anser domestica	♂	—	8·9	—	14·3	—	61·7	—	15·1
Larus ridibundus		—	4·3	—	18·8	—	57·5	—	19·4
Psittacus erythacus		—	12·3	—	30·3	—	42·2	—	15·0
Corvus Corone		5·2 4·9	5·0	30·8 30 8	30·8	49·3 49·5	49·4	14·9 14·8	14·8
Gallus domesticus	♂ ♀	7·6 7·9	7·7	14·6 14·4	14·5	55·4 54·8	55·1	22·2 22·9	22·5
Turdus Merula		5·5 6·3	5·9	13·3 15·2	14·2	55·8 51·2	53·5	25·3 27·4	26·3
Falco tinnunculus		—	4·2	—	30 9	—	49·3	—	15·8
Strix Aluco		—	4·7	—	30·5	—	49·5	—	15·1
Gallinago scolopacinus		5·3 5·6	5·4	15·6 16·0	15 8	56 0 54·7	55·3	23·1 23·6	23·3
V. Säugethiere.									
Felis leo	♀	—	15·6	—	19·0	—	41·1	—	24·1
Sus scropha dom.	♀	—	11·4	—	14·6	—	42 8	—	31·1
Canis familiaris	♂ ♀	15·8 15·7	15·7	18·3 20·1	19·2	39·8 36·1	37·9	26·3 28 1	27·2
Homo	♂ ♂	6·1 7·9	7·0	24·0 23·9	23·9	59 3 57·5	58 4	10·1 10·4	10·2
Canis vulpes	♂	21 3 20 6	20·9	26·8 27·3	27 0	39·0 38·9	38·9	12·7 12·6	12·6
Mustela foina		—	14·3	—	17.8	—	56·4	—	11·4
Felis Catus dom.	♂ ♀	12·8 13·2	13·0	18·1 17·9	18·0	52·0 50·7	51 3	16·9 18·2	17·5
Ovis aries	♂	—	21·5	—	12·4	—	46·5	—	19·0
Cercopithecus (spec.?)		—	9·9	—	20·2	—	46·2	—	23·6
Capra hircus	♀	—	18·2	—	14·2	—	47·0	—	20·1
Antilope rupicapra juv.	♂	—	20·0	—	17·8	—	42·3	—	19·7
Lepus variabilis		—	7·4	—	11·8	—	69·6	—	11·0
Sciurus vulgaris	♂ ♀	14·6 14·8	14·7	12·8 13·2	13·0	59·7 59·7	59 7	12·7 12·1	12·4

		Haut.		Innen-skelet.		Muscu-latur.		Ein-geweide.	
			Mittel.		Mittel.		Mittel.		Mittel
Lepus cuniculus	♂	13·5	13·2	12·4	12·4	55·7	55·2	18·3	19·0
	♀	13·0		12·5		54·7		19·7	
Cavia Cobaya	♂	24·5	25·0	9 6	9·6	44·4	43·5	21·3	21·4
	♀	25·6		9·7		42·7		21·6	
Mus rattus		21·7	21·6	13·1	13·4	44·0	43·5	21·0	21·3
		21·6		13·7		43·1		21·6	

Zur Erleichterung der Uebersicht stelle ich die Maxima und Minima der einzelnen Klassen noch besonders zusammen:

	Haut.		Innen-skelet.		Muscu-latur.		Ein-geweide.	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max	Min.
Fische	13·4	8·9	12·7	8·6	70·9	58·1	22·2	6·4
Amphibien	13·5	11·1	16·1	13·4	57·9	54·1	14·6	13·3
Reptilien	24·8	14·2	15·0	14·1	52 2	37·6	22·9	18·4
Vögel	12·3	4·3	30·9	13·0	66·7	42·2	26·3	12·8
Säugethiere	25·0	7·0	27·0	9·6	69·6	37·9	31·1	10·0

Die Grenzwerthe liegen, wie man sieht, sehr weit aus einander, zumal bei den Säugethieren. Mithin ist auch hier an die Berechnung von Mittelwerthen nicht zu denken. Die erste Rolle behauptet überall die Musculatur, die auch unter den für sie ungünstigsten Verhältnissen ein volles Drittheil der gesammten Körpermasse ausmacht, diesen Werth aber auch auf nahezu das Doppelte zu steigern sich befähigt zeigt. Die Fische sind durchschnittlich am günstigsten gestellt. Bei den Vögeln und Säugethieren bedingt die Pflanzennahrung im Allgemeinen, einzelne Ausnahmen abgerechnet, einen höhern Muskelwerth als die Fleischnahrung. Den ersten Rang behaupten die Nagethiere. Das Verhalten des Skelets ist ein gerade entgegengesetztes. Es erscheint bei den fleischfressenden Warmblütern durchschnittlich kräftiger ausgebildet als bei den pflanzenfressenden. Jene bieten überhaupt die seiner Entwicklung günstigsten Verhältnisse, indem es, zumal bei Raubvögeln, bis

nahezu ein Drittheil der gesammten Körpermasse erreicht. Diese so wie auch sämmtliche Kaltblüter bleiben weit hinter solchen Werthen zurück.

Die Haut so wie die Eingeweide zeigen sehr schwankende Verhältnisse, deren Kenntniss allerdings im einzelnen Falle von Werth sein mag, die aber im Ganzen und Grossen, wenigstens innerhalb des mir zur Verfügung stehenden Materiales, nur wenig Typisches erkennen lassen. Erwähnenswerth ist eigentlich nur der geringe Hautwerth bei den Vögeln, eine Thatsache, die hinsichtlich ihrer Richtigkeit auch dann keine wesentliche Einbusse erfährt, wenn, was in unseren Tabellen nicht der Fall ist, die Federn mit in Rechnung gebracht werden.

Den Menschen insbesondere kennzeichnet Schwäche des Haut- und Eingeweidesystems. Musculatur und Skelet treten dafür um so bedeutsamer in den Vordergrund. Im Ganzen steht er den Fleischfressern näher als der Affe und auch das Schwein. Uebrigens dürfte gerade in diesem Gebiete der individuelle Ernährungszustand eine ganz besondere Rolle spielen, so dass die gefundenen Zahlenverhältnisse jedenfalls nur behutsam zu weitern Schlussfolgerungen können verwendet werden.

Das ungleichartigste in seinen Bestandtheilen ist von all den besprochenen Systemen offenbar dasjenige der Eingeweide; es dürfte mithin, zumal mit Rücksicht auf den individuellen Werth der betheiligten Organe, nicht überflüssig sein, eine feinere Analyse der gefundenen Werthe vorzunehmen. Wir haben im bisherigen Gelegenheit genug gehabt, uns davon zu überzeugen, wie wenig Individuen der gleichen Art in ihren relativen Grössenverhältnissen sich von einander unterscheiden. Daher mag es im Interesse der Kürze gestattet sein, in der nachfolgenden Tabelle nur die Mittelwerthe der einzelnen Organe in Procenten der gesammten Körpermasse aufzuführen:

	Verdauungs-Apparat.	Athmungs-Apparat.	Uro-Genital-Apparat.	Herz.	Leber.	Milz.	Pankreas.
I. Fische.							
Chondrostoma Nasus	2 8	3·6	1·7	0·3	6·6	0·4	
Leuciscus (spec. ?)	3·6	5·1	2·9	0·3	5·9	—	
Cyprinus Carpio	4·9	7·3	0·9	0·4	8·5	0·1	
Esox lucius	4 5	3·3	1·2	0·3	2·4	0·2	
Pleuronectes Solea	1·6	1·4	1·0	0·4	1·8	—	
Gadus lota	1·7	1·2	1·3	0·5	2·1	0·2	
Gadus Merlangus	2·5	2·3	0·7	0·4	4·4	—	
Salmo fario	3·1	3·5	1·4	0·4	2·2	0 5	
Anguilla vulgaris	2·9	2·4	1·6	1·1	3·1	0·1	
Perca fluviatilis	4·5	3·5	2·0	0·6	2·7	0·1	
II. Amphibien.							
Bufo obstetricans	2·1	3·3	3·8	0·6	3·6	1·2	
Rana esculenta	2·8	0·8	5·3	0·4	3·9	0·4	
Triton (spec.?)	3·7	0·7	0·1	0·1	9·2	0·3	
III. Reptilien.							
Lacerta stirpium	5·1	1·3	5·3	0·5	5·6	0·4	
Coluber natrix	5·9	1·7	4·6	2·4	5·9	1·0	
Anguis fragilis	5·6	2·3	4·7	4·2	4·7	1·4	
IV. Vögel.							
Columba domestica	9·5	1·7	0·9	1·3	2·1	0·6	0·1
Anas boschas fer.	6·4	1·5	1·5	0·7	2·2	0·1	0·2
Anser domestica	5·3	1·4	0·8	0·9	6·6	0·1	?
Larus ridibundus	9·4	1·7	1·2	1·2	5·1	0·3	0·4
Psittacus erythacus	5·7	2·8	1·7	1·3	3·4	0·1	
Corvus Corone	8·3	1·9	?	1·7	2·4	0·8	0·7
Gallus domesticus	13·4	1·4	2·2	0 8	4·2	0·1	0 2
Turdus Merula	13·9	3·1	1·7	1·7	4·6	0·3	0·8
Falco tinnunculus	8·8	2·0	0·5	1·4	2·4	0 01	0·7
Strix Aluco	8·5	1·8	0·5	1·2	2·4	0·1	0·6
Gallinago scolopacinus	11·6	2·9	2·0	1·1	4·6	0·3	0·6
V. Säugethiere.							
Felis leo	16·1	2·4	1·0	0·8	3·1	0·4	0·3
Sus scropha dom.	20·3	3·4	1·0	0·8	5·0	0·4	0·2
Canis familiaris	19·5	2·2	1·0	0·8	3·3	0·1	0·2
Homo	3·1	1·6	1·3	0·6	2·9	0·4	0·1
Canis vulpes	4·9	1·8	1·6	1·0	2·4	0·3	0·5
Mustela foina	5·4	1·0	1·1	0·4	2·9	0·2	0·4
Felis Catus dom.	8·8	1·8	1·0	0·8	5·1	0·2	0·3

	Verdauungs-Apparat.	Athmungs-Apparat.	Uro-Genital-Apparat.	Herz.	Leber.	Milz.	Pankreas.
Ovis aries	5·6	4·8	1·1	0·9	6·2	0·1	0·3
Cercopithecus (spec ?)	5·7	?	1·9	?	7·1	?	?
Capra hircus	5·5	5·1	1·1	1·0	7·0	0·1	0·3
Antilope rupicapra juv.	6·8	4·5	0·9	1·2	5·8	0·2	0·3
Lepus variabilis	5·4	1·4	1·1	0·2	2·7	0·1	0·1
Sciurus vulgaris	6·4	1·1	1·2	0·8	2·2	0·2	0·3
Lepus cuniculus	10·7	1·5	1·7	0·3	4·5	0·05	0·05
Cavia Cobaya	6·6	2·1	6·1	0·8	5·1	0·3	0·2
Mus rattus	8·2	2·2	2·6	0·8	6·8	0·2	0·5

Es geht hieraus in unzweifelhafter Weise hervor, dass sich die relative Grösse der einzelnen Eingeweide in den verschiedenen Thierklassen nicht nach einem typischen Plane ändert. Bemerkenswerth ist jedoch die auffällige Grösse, welche der Darmkanal bei einigen Warmblütern erreicht. Vielleicht ist es nicht zufällig, dass dies bei gezähmten oder in Gefangenschaft gehaltenen Thieren der Fall ist, doch lasse ich die Sache dahingestellt, weil andere, die unter ganz ähnlichen Verhältnissen lebten, durchaus abweichend sich verhalten. Der Darmkanal des Menschen gehört mit unter die allerleichtesten.

Auf das Gehirn wurde nur beim Menschen besondere Rücksicht genommen. Sein Procentwerth betrug in beiden untersuchten Fällen 2·1, also fast genau $^1/_{50}$ der ganzen Körpermasse. Er wurde in den früheren Tabellen der Musculatur zu gute geschrieben.

4. Relative Grösse der äusseren Körperfläche.

Die Beziehung zwischen der Aussenfläche eines Körpers und seinem Inhalt hängt bekanntlich einerseits von dessen absoluter Grösse, anderseits von dessen besondern Formverhältnissen ab. Beim Stoffwechsel wird sie namentlich mit Hinsicht auf die Wärmeausstrahlung von Wichtigkeit. Daher mag auch sie noch schliesslich für die bisher behandelten Geschöpfe einen Ausdruck finden. Wie bei der Darmfläche geschieht die Berechnung in doppelter Weise, indem einmal das Körpergewicht auf den □Cm. Aussenfläche, das andere Mal die Aussenfläche auf das Gramm Körpergewicht als Einheit bezogen wird.

		Körpergewicht = KG. in Gr.	Aeussere Körperfläche = KFl. i. □Cm.	1 Gr. KG. = □Cm. KFl.		1 □Cm. KFl. = Gr. KG.	
					Mittel.		Mittel.
I. Fische.							
Chondrostoma Nasus		1187·5	1366·0	1·15	1·14	0·81	0·84
		1205·8	1380·0	1·14		0·87	
Leuciscus (spec.?)		460·0	412·0	0.89	0·90	1·11	1·10
		450·0	408·0	0·91		1·10	
Cyprinus Carpio		655·4	418·0	—	0·64	—	1·57
Esox lucius	♂	252·0	592·5	2·35	2·35	0·43	0·42
	♀	252·0	594·3	2·36		0·42	
Pleuronectes Solea		352·0	490·0	1·37	1·38	0·72	0·72
		355·0	493·0	1·39		0·72	
Gadus lota		369·6	506·5	1·37	1·37	0·73	0·73
		364·3	499·3	1·37		0·73	
Gadus Merlangus	♂	248·0	515·0	2·08	2·02	0·48	0·49
	♀	266·0	524·0	1·97		0·51	
Salmo fario	♂	277·0	355·0	1·28	1·28	0·77	0·77
	♀	272·0	349·0	1·28		0·77	
Anguilla vulgaris		284·4	398·0	1·39	1·43	0·71	0.69
		269·1	396·0	1·47		0·68	
Perca fluviatilis		264·0	625·0	2·37	2·34	0·42	0·41
		271·0	629·0	2·32		0·40	
II. Amphibien.							
Bufo obstetricans		54·9	145·6	2·65	2·74	0·38	0·36
		52·4	148·9	2·84		0·35	
Rana esculenta		33·5	78·0	2·33	2·17	0·43	0·46
		40·5	82·0	2·02		0·49	
Triton (spec.?)		2·7	2·1	—	0·78	—	1·29
III. Reptilien.							
Lacerta stirpium		8·0	6·6	0·82	0·78	1·21	1·28
		9·5	7·0	0·74		1·36	
Coluber natrix		156·5	594·5	—	3·80	—	0·26
Anguis fragilis		21·3	84·0	—	3·95	—	0·25
IV. Vögel.							
Columba domestica	♂	303·0	486·3	1·60	1·62	0·62	0·61
	♀	295.0	483·2	1·64		0·61	
Anas boschas fer.		1326·0	1401·0	1·06	1·09	0·94	0·91
		1211·0	1367·5	1·13		0·88	
Anser domestica		4061·0	3886·2	—	0·96	—	1·04
Larus ridibundus		254·0	424·5	—	1·67	—	0·59
Psittacus erythacus		244·0	537·9	—	2·20	—	0·45
Corvus Corone		461·0	540·8	1·17	1·18	0·85	0·84
		457·0	548·7	1·20		0·83	
Gallus domesticus	♂	560·0	622·6	1·11	1·12	0·89	0·89
	♀	558·0	626·5	1·12		0·89	

		Körpergewicht = KG. in Gr.	Aeussere Körperfläche = KFl. i. □Cm.	1 Gr. KG. = □Cm. KFl.		1 □Cm. KFl. = Gr. KG.	
					Mittel.		Mittel.
Turdus Merula		108·3	248·0	2·29	2 18	0·44	0·46
		118·6	247·0	2·08		0·48	
Falco tinnunculus		446·0	538·8	1·21	1·19	0·83	0·84
Strix Aluco		465·0	545·2	1·17		0·85	
Gallinago scolopacinus		113 0	262 4	2·32	2·38	0·47	0·44
		103·5	254·0	2·45		0·41	
V. Säugethiere.							
Felis leo	♀	64 179·0	19 633·0	—	0·31	—	3·26
Sus scropha dom.	♀	40 112·0	17 883·0	—	0·44	—	2·24
Canis familiaris	♂	10 100·0	4 643·0	0·46	0·46	2·17	2·14
	♀	8 900·0	4 209·0	0·47		2·11	
Homo	♂	52 317·0	29 601·0	0 56	0·53	1·77	1·87
	♂	49 020·0	24 801·0	0·51		1·98	
Canis vulpes	♂	6 324·0	4 410·0	0·69	0·70	1·43	1·39
		6 067·0	4 399·0	0·72		1·35	
Mustela foina		1 379·0	1 088 6	—	0·79	—	1·24
Felis Catus dom.	♂	1 555·0	1 159·1	0·74	0·75	1·34	1·31
	♀	1 479·0	1 153·6	0·77		1·28	
Ovis aries	♂	17 680 0	7 435·0	—	0·42	—	2·51
Cercopithecus (spec.?)		2 817·0	?	—	?	—	?
Capra hircus	♀	15 128·0	6 435·0	—	0·42	—	2·35
Antilope rupicapra juv.	♂	6 250·0	4 769·0	—	0·76	—	1·31
Lepus variabilis	♂	2 636·0	1 082·0	—	0·41	—	2·44
Sciurus vulgaris	♂	295·0	233·5	0·79	0·80	1·26	1·24
	♀	280·0	227·4	0·81		1·23	
Lepus cuniculus	♂	1 144·0	1 203·5	1·05	1·10	0·93	0·90
	♀	1 120·0	971·8	1·15		0·87	
Cavia Cobaya	♂	416·0	398·4	0·96	0·96	1·04	1·04
	♀	382·0	370·3	0·96		1·04	
Mus rattus		177·0	220·4	1·25	1·29	0·73	0·74
		163 7	218·0	1·33		0·75	

Eine Zusammenstellung der Grenzwerthe giebt für die verschiedenen Klassen folgende Uebersicht:

	1 Gr. KG. = □Cm. KFl.		1 □Cm KFl. = Gr. KG.	
	Max.	Min.	Max.	Min.
Fische	2·35	0 64	1·57	0·42
Amphibien	2·74	0 78	1·29	0 36
Reptilien	3·95	0·78	1·28	0·25
Vögel	2·38	0·96	1·04	0·44
Säugethiere	1·29	0·31	3·26	0·74

Wir erfahren als allgemeines Ergebniss, dass bei den Säugethieren die äussere Körperfläche in ihren niedrigsten wie höchsten Werthen merklich kleiner ist als bei allen übrigen Wirbelthieren. Bei annähernd gleicher Form hat überall das kleinere Thier eine verhältnissmässig grössere Körperfläche, bei ungleicher Form kommt jedoch auch diese mit in Rechnung, und zwar mit solchem Gewicht, dass sie eine vollständige Umkehr des Sachverhaltes herbeiführen kann. Daher stehen Grösse des Körpers und Grösse seiner Aussenfläche nicht nothwendigerweise in geradem Verhältnisse zu einander und eine Combination zwischen Grösse und Form ist in der mannigfaltigsten Weise denkbar. Individuen der gleichen Art scheinen sich jedoch ziemlich übereinstimmend zu verhalten. Immerhin dürfte unter Umständen die Verschiedenheit des Ernährungszustandes merklich in's Gewicht fallen. Die verhältnissmässig grösste Körperfläche gehört den gestreckten Gestalten der Schlange und der Blindschleiche an.

Ich vermeide, wie ich es bereits in meiner ganzen Arbeit gethan habe, ein weiteres Eingehen in Einzelheiten. Den allgemeinen Gesetzen würde daraus doch kein Vortheil erwachsen und für die genaue Analyse der einzelnen Fälle ist die Zeit überhaupt noch nicht gekommen.

Zusatz von Prof. Dr. Aeby.

Aller gemachten Anstrengungen ungeachtet war es leider nicht gelungen, für die vorstehenden Untersuchungen rechtzeitig eine zweite Affenleiche zu erhalten. Es blieb dadurch eine Lücke, welche angesichts der Thatsache, dass der untersuchte Affe ganz andere Verhältnisse als der Mensch darbot, eine sehr empfindliche muss genannt werden, indem es fraglich blieb, inwiefern nur individuelle, nicht aber typische Verhältnisse dabei zu Tage treten. Begierig ergriff ich daher die mir nachträglich gewordene Gelegenheit, diese Lücke auszufüllen. Ein weiblicher Pavian (Papio sphinx) lieferte das Material. Das gewonnene Resultat stimmt in der Hauptsache so genau mit dem im Obigen mitgetheilten überein, dass an einen bloss zufälligen Unterschied vom Menschen nicht kann gedacht werden, eine besondere Besprechung der nachfolgenden Zahlen aber auch als überflüssig sich erweist.

Körpergewicht = KG. in Gr.	Darmfläche = DFl. in □Cm.	1 Gr. KG. = □Cm. DFl.	1 □Cm. DFl. = Gr. KG.
3651·3	3439·3	0·94	1·05

Procentisch vertheilt sich das Körpergewicht auf die verschiedenen Organe folgendermaassen:

Haut 13·2; Skelet 26·3; Musculatur 45·4; Gehirn 3·0; Athmungsorgane 1·6; Darmkanal 5·5; Herz 0·6; Milz 0·2; Leber 2·8; Pankreas 0·3; Harn-Apparat 1·0; Geschlechts-Apparat 0·2.

Von der Darmfläche fallen 9·1 pCt. auf den Magen, 51·1 pCt. auf den Dünndarm und 39·7 pCt. auf den Dickdarm.

Ueber die galvanische Einführung differenter Flüssigkeiten in den unversehrten lebenden Organismus.

Von

Hermann Munk.

Bei meinen Untersuchungen über die kataphorischen Erscheinungen an den feuchten porösen Körpern [1]) drängte sich mir sehr bald und mit jedem Fortschritte immer mehr die Frage auf, weshalb es nicht gelingen sollte, mit Hülfe der Elektricität differente Flüssigkeiten durch die unversehrte Haut dem lebenden Thiere einzuverleiben. Bekanntlich ist dies ausserordentlich häufig versucht worden, aber immer mit Misserfolg; denn in den einzelnen Fällen, wo ein positives Resultat sich zu ergeben schien, haben die sorgsamen Beobachter stets selbst die Täuschungen, welche vorgekommen waren, erkannt, die Anderen aber sind sichtlich und erweislich den gröbsten Irrthümern zum Opfer gefallen. Und doch musste, wie ich in anorganische und organische, homogene und anhomogene poröse Körper, die mit einer Flüssigkeit getränkt waren, von beiden Elektroden her eine andere Flüssigkeit weit einzuführen im Stande war, solche Einführung auch am unversehrten Thiere möglich sein, wenn nicht die Constitution der Haut ganz absonderliche Verwickelungen mit sich brachte. Schon im Hinblick auf meine Untersuchungen, aber auch im weiteren medi-

1) Dieses Archiv, 1873, S. 241—336. — Untersuchungen über das Wesen der Nervenerregung. Bd. I. Leipzig 1868. S. 372—389; S. 422—481.

cinischen Interesse erschien es mir daher angezeigt, der Frage näher zu treten, und die Beantwortung ist ganz der Erwartung gemäss ausgefallen, wie ich mir im Folgenden darzulegen erlaube.

Es ist vor Allem festzuhalten, dass es die kataphorische, nicht die elektrolytische Wirkung des Stromes ist, welcher man die Einführung zuzumuthen hat. Zur Zeit als man die Einführungsversuche aufnahm, wiesen nur vereinzelte und versteckte Wahrnehmungen auf die erstere Wirkung hin, aber auch noch jetzt scheint dieselbe kaum allgemeiner bekannt zu sein, da in den bezüglichen Untersuchungen immer nur die elektrolytische Wirkung in Erwägung kommt.[1] Diese Wirkung kann jedoch Nichts für unseren Zweck leisten. Denn sind mehrere Elektrolyte hinter einander in den Stromkreis eingeschaltet, so scheiden sich die Ionen einer jeden Flüssigkeit

---

1) Auch in den zahlreichen medicinisch-physikalischen und elektrotherapeutischen Lehrbüchern, welche ich durchgesehen, habe ich nur ein Mal der kataphorischen Wirkung im Hinblick auf die galvanische Einführung gedacht gefunden. Und zwar sagt Hr. I. Rosenthal in seiner „Elektricitätslehre für Mediciner“ (2. Aufl. Berlin 1869) S. 203: „Mit der elektrolytischen Wirkung verwandt ist die fortführende Wirkung, welche der Strom entfaltet, wenn er Elektrolyte durchströmt, die in capillaren Räumen enthalten sind. Es werden dann die Flüssigkeiten im Sinne des Stromes vom positiven nach dem negativen Pole hin in Bewegung versetzt. Man hat hiervon Anwendung zu machen versucht, um Medicamente in den Organismus einzuführen, damit sie auf tiefer gelegene Organe local einwirken könnten. Andere wollten wieder im Gegentheil im Körper befindliche Substanzen, wie Quecksilber, durch den Strom aus demselben entfernen. Die hierüber gemachten Angaben enthalten wohl sehr viel Falsches neben einigem Wahren. Es ist daher gerathen, das Urtheil darüber noch aufzuschieben. Praktische Erfolge sind auf diesem Wege noch nicht erzielt.“ Ich muss hinzufügen, dass ich in der ausgedehnten Literatur andere Versuche, als die wenigen später angeführten, nicht aufgefunden habe, bei welchen auch nur die Methode ein Eindringen der differenten Substanz durch die kataphorische Wirkung zugelassen hätte. — Das Entfernen gewisser Substanzen aus dem Körper auf elektrischem Wege ist, nebenbei bemerkt, ein ebenso illusorisches Vorhaben, wie das elektrolytische Durchführen von Substanzen durch den Körper, aus ähnlichen Gründen, wie sie gegen das letztere oben geltend gemacht werden.

an deren Grenzen aus und dringen — höchstens in besonders günstigen Fällen, wenn die an einer Grenze zusammentreffenden An- und Kationen sich zu einem neuen Elektrolyten wiedervereinigt haben, durch neue Elektrolyse von Seiten des Stromes noch etwas unterstützt — im Wesentlichen blos durch Diffusion in die anderen Flüssigkeiten ein und weiter vor. Für dieses Vordringen sind aber in den engen flüssigkeithaltigen Räumen der porösen Körper die ungünstigsten Bedingungen gesetzt; und wenn man schon an jedem Stücke gebrannten und noch besser plastischen Thones sich überzeugt, wie die Diffusion selbst sehr ungleichartiger Flüssigkeiten in ihm nur höchst langsame Fortschritte macht, wird man an ein der Rede werthes Eindringen durch die Haut von Seiten der Ionen aussen angelagerter Flüssigkeiten sicher nicht mehr denken können. Dagegen ist gerade die Enge der Poren an den thierischen Theilen für die kataphorische Wirkung des Stromes recht günstig, und durch diese muss die der Haut aussen angelagerte Flüssigkeit unzersetzt in den Körper eingeführt werden.

In den Körper eingeführt werden, sage ich und muss es betonen; denn von dem Durchdringen von Körpertheilen, von Gliedmaassen kann, wie sich weiter versteht, nicht die Rede sein. Solche Anforderung, in alter Zeit gestellt, wo man den Strom im Körper nur auf dem besten, dem geraden Wege zwischen den Elektroden verlaufen liess, hat sich blos durch die gedankenlose Wiederholung des Hergebrachten bis jetzt erhalten können. Indem der Querschnitt der Strombahn im Körpertheile von jeder Elektrode aus sehr rasch und sehr beträchtlich sich verbreitert, müsste doch erst eine Unmenge der fremden Substanz auf der einen Seite eingeführt sein, ehe die Substanz auf der anderen Seite zur Erscheinung kommen könnte. Und auch dann wäre dieses Wiedererscheinen nur möglich, wenn die Circulation nicht bestände[1]). Bei den kleinen Mengen, welche von der fremden Substanz in der Zeiteinheit nur ein-

1) An dieses, in der Circulation gelegene Hinderniss für die Durchführung haben zuerst die HH. Pelikan und Savelieff 1857, in den etzten Jahren die HH. V. v. Bruns, Eulenburg, M. Rosenthal und Spillmann gedacht.

dringen können, und bei der Ausbreitung, welche diese Mengen schon in geringer Entfernung von der Elektrode erfahren, werden die zahlreichen Gefässe der Cutis und des Unterhautbindegewebes meist, wenn nicht gar immer, für die Resorption der Substanz ausreichen, und ein weiteres Vordringen der Substanz in die Tiefe des Körpertheiles wird dadurch verhindert sein. Nicht mehr also lässt sich verlangen, als dass die Substanz durch die kataphorische Wirkung des Stromes bis zu einer gewissen, mässigen Tiefe in und durch die Haut dringe, so dass sie dort Wirkungen entfalte oder resorbirt werde.

Auf diesem Standpunkte hat der schlechte Erfolg der bisherigen Bemühungen, auch davon abgesehen, dass die Durchführung durch die Hand, den Arm, den Kopf und noch längere Strecken des Körpers gelingen sollte, nichts Ueberraschendes mehr. Denn die differente Substanz, welche selbst oder deren Ion man einführen wollte, wurde fast ausschliesslich als negative Elektrode an den thierischen Theil gebracht, während dieselbe, sollte überhaupt eine Einführung erreicht werden, umgekehrt die positive Elektrode hätte abgeben müssen. Aus der grossen Zahl der Untersuchungen bleiben deshalb nur wenige Erfahrungen bemerkenswerth. Von den HH. Pelikan und Savelieff wurden bei ihrer vielfachen Variation der Versuche auch Charpiebäusche, der eine mit Eisenchlorid-, der andere mit Ferrocyankaliumlösung getränkt, Hunden auf den Rücken gelegt und mittelst Kupferelektroden der Strom durchgeleitet: nach 30—35 Minuten trat Zittern der Extremitäten, Erweiterung der Pupille, Erbrechen ein; nach 1 bis $1^1/_2$ Stunden waren alle Symptome verschwunden[1]. Hier ist es vielleicht, wenn der letztgenannte Bausch die Anode abgab — es ist darüber Nichts gesagt —, zu einer galvanischen Einführung gekommen; es ist aber auch möglich, da derselbe Bausch deutlich nach Blausäure roch und die Haut unter ihm angeätzt gefunden wurde, dass nur eine Absorption von der Cutis aus die Erscheinungen bedingte, wie es die Experimentatoren selbst ander-

1) Archives des Sc. phys. et natur. (2. Pér.) T. IV. p. 255.

weitig öfters constatirten, wenn an einer Elektrode ein schon in kleinen Dosen sehr wirksames Gift über verletzter Haut sich befand.[1]) Bei einem anderen Versuche tauchte Hr. Pelikan die eine Hand in eine concentrirte Lösung von essigsaurem Strychnin, die andere Hand in verdünnte Schwefelsäure, und die erstere Flüssigkeit gab die Anode, die letztere die Kathode ab: eine Durchströmung von 20 Minuten blieb ohne jede Wirkung[2]). In diesem Falle waren aber nur 6 Groves im Kreise, und das Ergebniss erklärt sich daher einfach aus der zu geringen Stärke des Stromes in den Poren der Haut; ausserdem kann noch ein anderer Umstand die Vergiftung verhindert haben, wie sogleich erhellen wird, die Constanz der Stromrichtung.

Es giebt nämlich für die Einführung noch etwas zu bedenken. Sobald ein feuchter poröser Körper zwischen ungleichartigen Aussenflüssigkeiten durchströmt ist, nimmt, wie ich gezeigt habe[3]), aus gewissen Gründen, die hier Nichts zur Sache thun, die Geschwindigkeit der Flüssigkeitsfortführung regelmässig mit der Zeit ab; so dass, wenn einige Zeit nach der Schliessung des Kreises verflossen ist, nur noch eine sehr geringe Menge Aussenflüssigkeit von der Anode her in den Körper eintritt und schliesslich das Eintreten ganz ein Ende nimmt. Das ist begreiflich höchst misslich, wo es sich darum handelt, eine gewisse, nicht minimale Menge einer differenten Substanz möglichst rasch dem thierischen Körper einzuverleiben. Aber bereits ist auch das Hülfsmittel da. Befindet sich zu

---

1) In der geschichtlichen Einleitung, welche die HH. Pelikan und Savelieff geben, findet sich noch Folgendes (a. a. O. S. 250): „Rognetta et Bergmann essayèrent l'introduction de la strychnine dans la paralysie de la face et dans l'amaurose. Ils dépouillèrent les places de l'épiderme et employèrent ici le pôle positif trempé dans une solution de strychnine, pendant que le pôle négatif était appliqué sur la langue.“ Wie man sieht, ist hier der Erfolg nicht aufgeführt, und die Originalmittheilung ist mir nicht zugänglich geworden; jeder positive Erfolg hätte sich aber in diesem Falle gleichfalls der Absorption von der Cutis aus zuschreiben lassen.

2) A. a. O. S. 255—6.

3) S. o. S. 258 ff.

beiden Seiten des porösen Körpers dieselbe ungleichartige Aussenflüssigkeit, und kehren wir einige Zeit nach der Schliessung des Kreises die Stromrichtung um [1]), so tritt nunmehr von der neuen Anode her wieder reichlich Aussenflüssigkeit in den Körper ein; und wenn auch gleichzeitig am anderen Ende vorher eingedrungene Aussenflüssigkeit den Körper verlässt, so ist doch die eintretende Menge Aussenflüssigkeit immer beträchtlich grösser als die austretende. Allerdings nimmt nun auch bei der zweiten Stromrichtung die Geschwindigkeit der Flüssigkeitsfortführung wieder mit der Zeit ab; aber wir brauchen nur, nachdem die zweite Stromrichtung einige Zeit bestanden, wieder zur ersten Stromrichtung zurückzukehren, um dieselbe Vermehrung der eintretenden Aussenflüssigkeit und dasselbe Verhältniss dieser zur austretenden Aussenflüssigkeit, wie bei der zweiten Stromrichtung, wiederzuerlangen. Und so lässt sich weiter durch öfteres Wechseln der Stromrichtung die Menge der Aussenflüssigkeit im porösen Körper vermehren. Für das Einführen differenter Substanzen in den thierischen Körper fliesst daraus dass allgemeine Gebot, dass nicht, wie von vorne herein zu denken nahe lag, die differente Substanz blos als Anode einzufügen und die Stromrichtung constant zu halten sei, sondern dass man die Substanz an beiden Elektroden anzubringen und mit der Stromrichtung von Zeit zu Zeit zu wechseln habe.

Demgemäss habe ich die Versuche, bei welchen mich mein Bruder Immanuel unterstützte, an (mittelgrossen) Kaninchen und an mir selbst gerade so, wie die früheren Versuche an den feuchten porösen Körpern, angestellt. In der Versuchsanordnung [2]) traten nur an die Stelle der Porzellangefässe und Bäusche zwei du Bois'sche Zuleitungsröhren mit Thonpfröpfen [3]), zwischen welche der zu durchströmende Körpertheil eingeschaltet wurde. Der Thon war jedesmal mit der Substanz angerieben, welche eingeführt werden sollte: bei den Kaninchen-Versuchen mit

1) S. o. S. 258 ff.

2) S. o. S. 254—55; Taf. VI. Fig. 3.

3) Abhandlungen der physikalischen Klasse der Berliner Akademie der Wissenschaften 1862, S. 95—8; Taf. III. Fig. 2.

einer concentrirten wässerigen Lösung von salzsaurem Strychnin, bei den Versuchen an mir selbst mit einer concentrirten wässerigen Lösung von Jodkalium oder von schwefelsaurem Chinin. Den auf den Rücken gebundenen Kaninchen wurden die Elektroden an der medialen und an der vorderen Fläche eines Oberschenkels oder auch an den medialen Flächen beider Oberschenkel angelegt, nachdem an den betreffenden Stellen die Haare — unter sorgsamer Vermeidung jeder Hautverletzung — bis nahe an die Haut abgeschnitten waren; bei mir selbst brachte ich die Elektroden einander gegenüber an der Vorder- und an der Hinterseite des Unterarmes an, nachdem ich zuvor die Haut ganz flüchtig mit lauwarmem Alkohol und danach mit lauwarmem Wasser abgewaschen hatte. Die Berührungsfläche des Thones und der Haut war überall etwa kreisrund und von 10—15 Mm. Durchmesser. Die Säule bestand bei den Kaninchen-Versuchen aus 10—18, bei den Versuchen an mir selbst aus 10 Grove'schen Gliedern. Die Dauer der Durchströmung schwankte bei den verschiedenen Versuchen zwischen 15 und 45 Minuten; alle 10—5 Minuten wurde mit der Stromrichtung gewechselt.

Es reichte aus, das Verhalten der Stromintensität im Kreise an der Bussole zu verfolgen, wie es bei jedem Versuche geschah, um zu übersehen, was sich im Körpertheile begab.

Nach der Schliessung stieg die Stromintensität rasch mit verzögerter Geschwindigkeit an. Wurde die Stromrichtung umgekehrt, so war das Ansteigen beschleunigt und nahm wiederum mit der Zeit an Geschwindigkeit ab. Beharrte man lange bei dieser Stromrichtung, so begann endlich die Stromintensität zu sinken. Aber man brauchte nur alsdann — oder noch besser schon eher — zur ersten Stromrichtung zurückzukehren, um von Neuem ein rasches und allmählich verzögertes Ansteigen der Stromintensität zu gewinnen. Bei wiederholtem Wechsel der Stromrichtung wiederholte sich das Nämliche. Es entsprachen also die Veränderungen, welche die Stromintensität hier erfuhr, durchaus denen, welche sich sonst zeigen, wenn poröse Körper mit schlechterleitender Binnenflüssigkeit zwischen besserleitender Aussenflüssigkeit durchströmt sind; und sie er-

wiesen, dass die Salzlösung, welche eingeführt werden sollte, wirklich von beiden Elektroden her immer tiefer in den Körpertheil eindrang und die schlechterleitende natürliche Gewebeflüssigkeit mehr und mehr ersetzte.

Aber das Wachsen der Stromintensität fand seine Grenze, wenn dieselbe — bei mehrfacher Aenderung der Stromrichtung meist in 20—30 Minuten — beim Kaninchen auf das 5—6-fache, bei mir auf das 8—10fache der Grösse gelangt war, die sie zu Anfang besass: war schon kurz vorher durch den Wechsel der Stromrichtung nur ein schwacher Zuwachs zu erzielen gewesen, so liess sich jetzt das Steigern gar nicht weitertreiben. Zwar führte auch ferner noch jede Umkehrung der Stromrichtung eine Vergrösserung der Stromintensität herbei; aber immer begann auch bald wieder die Stromintensität abzunehmen, so dass diese nunmehr in der Zwischenzeit zweier Umkehrungen stets dieselben Veränderungen erfuhr und im Durchschnitte auf der angegebenen Grösse verharrte. Bei einfachen prismatischen porösen Körpern, wie ich sie früher untersuchte, wäre nach solcher Wahrnehmung daran zu denken gewesen, dass die Menge der Aussenflüssigkeit im Körper nun nicht weiter sich vermehren liesse, weil die gleichzeitig ein- und austretenden Mengen ohngefähr gleich gross geworden wären. Hier jedoch ging dies offenbar nicht an. Indem die Strombahn im Körpertheile von jeder Elektrode aus sehr rasch sich verbreiterte, mussten die in einigem Abstande von den Elektroden befindlichen Querschnitte der Strombahn von geringer und schliesslich sogar von verschwindender Bedeutung für den Widerstand des Kreises sein; und daher konnte, sobald die Salzlösung in diese tieferen Schichten des Körpertheiles gelangt war, das Ueberwiegen der eintretenden über die gleichzeitig austretende Menge der Salzlösung an der Stromintensität nicht weiter bemerklich werden. Hinzukam, dass mit der Tiefe, zu welcher die eingeführte Substanz eindrang, auch die Resorption derselben wachsen und so die in einer gewissen Zeit resorbirte Menge sich immer mehr derjenigen Menge nähern musste, welche in der gleichen Zeit überschüssig eingeführt wurde. Aus diesen Gründen war es vorherzusagen

gewesen, dass die Stromintensität ein Maximum erreichen musste, und die schliessliche ohngefähre Constanz der Stromintensität bestätigte also gleichfalls nur die Richtigkeit der voraufgeschickten Erwägungen.

Dasselbe, was die Stromintensität, lehrten dann auch die anderweitigen Wahrnehmungen.

Die Reflexerregbarkeit der Kaninchen war 10—15 Min. nach der Schliessung des Kreises deutlich erhöht und wuchs sichtlich weiter an. Wenn 20—25 Min. verflossen waren, traten spontane Krampfanfälle ein, und diese nahmen mit der Fortdauer der Durchströmung an Intensität und Häufigkeit zu. Je grösser die Gliederzahl der Säule war, desto eher bot sich dieselbe Stufe der Vergiftung dar. Ein Thier, bei welchem der Strom von 18 Groves 45 Min. lang durchgeleitet war, zeigte nach dem Losbinden die heftigen Anfälle fast unausgesetzt weiter bis zu seinem Tode, der $^1/_2$ Stunde später eintrat. Die anderen Thiere wurden schon nach einer Durchströmung von 20—35 Minuten, als die spontanen Anfälle sehr ausgesprochen waren, freigelassen: bei ihnen bestanden die Anfälle eine Zeit lang unverändert fort oder wurden anfangs sogar noch heftiger, dann aber nahmen sie regelmässig ab, und es verlor sich schliesslich auch die erhöhte Reflexerregbarkeit ganz, so dass nach 2—4 Stunden die Thiere wieder zum normalen Zustande zurückgekehrt waren.

Als mein Arm zwischen den Chinin-Elektroden während 30 oder auch nur 15 Minuten durchströmt gewesen war, liess sich im Harne der nächsten 12 Stunden Chinin nachweisen[1]).

---

1) Der Harn wurde mit vielem Ammoniak versetzt, der Niederschlag mit dest. Wasser (das etwas alkalisch gemacht war) gewaschen und mit Aether extrahirt: der Aether hinterliess beim Verdunsten einen Rückstand, der in dest. Wasser nach Zusatz von Schwefelsäure löslich war; in der Lösung führte Ammoniak einen Niederschlag herbei, der auf Zusatz von Schwefelsäure sich wieder löste. Dieses Verhalten bot sich am Harne regelmässig nach der Chinin-Einführung dar, während bei der gleichen Behandlung normalen Harnes nach dem Verdunsten des Aethers kein Rückstand verblieb; der Rückstand liess sich also nur dem Chinin zuschreiben. Die Chinin-Reaction mittelst Chlorwassers und Ammoniaks ist mir an jener Lösung nicht gelungen.

Nach der 15 Min. langen Durchströmung zwischen Jodkalium-Elektroden enthielt schon 30 Min. später der Harn sicher Jod [1]; die Jodmenge im Harne wuchs dann an, bis sie nach 5—6 Stunden ein Maximum erreichte, und nahm hernach ab. Es entsprachen in diesem Falle die Erscheinungen am Harne, wie vergleichende Versuche ergaben, ohngefähr denen, welche sonst bei mir eintraten, wenn ich 0·025 Gramm Jodkalium innerlich genommen hatte.

Die Epidermis wurde an der Haut der Kaninchen, wo die Elektroden angelegt waren, nach der Durchströmung immer durchaus unverletzt gefunden; ebenso an der Haut meines Unterarmes [2].

---

1) Die Prüfung geschah immer mittels Stärkekleisters und Salpetersäure. — Wenn ich des Morgens die Thonpfröpfe der Elektroden hergerichtet hatte, musste ich den Tag über die Prüfungen ganz meinem Bruder überlassen, weil ich trotz allem Waschen immer an den Fingern die Jod-Reaction erhielt. Ich bemerke dies beiläufig als einen neuen Beweis, wie leicht Täuschungen bei Jodkalium-Versuchen möglich sind.

2) Bei den Kaninchen war überhaupt, auch in der Folge, keine Veränderung weiter an der Haut zu bemerken. Bei mir wurden die Hautstellen, welche von den Jodkalium-Elektroden berührt worden waren, unmittelbar nach der Durchströmung blass gefunden, bald aber wurden sie hyperämisch, und die Hyperämie bildete sich im Verlaufe von 8—10 Stunden zurück. Wo die Chinin-Elektroden angelegt waren, zeigte sich die Haut sogleich nach der Unterbrechung des Stromes auffallend blutleer und eingesunken und fühlte sich auch eigenthümlich derb und trocken an; die Veränderungen waren dabei jedesmal da, wo der Strom zuerst nach der Schliessung eingetreten war, noch intensiver als an der anderen Stelle. Innerhalb der ersten Stunde nach der Durchströmung schwollen dann dieselben Hautstellen beträchtlich an, so dass sie weit über die übrige Haut hervorragten, ohne dass sie jedoch ihre Farbe veränderten; man hätte glauben können, Brandblasen vor sich zu haben, wenn nicht der zufühlende Finger ein straffes Gewebe und sicher das Fehlen freier Flüssigkeit constatirt hätte. Im Verlaufe mehrerer Stunden bildete sich die Anschwellung allmählich zurück und machte einer Hyperämie Platz, innerhalb welcher eine ganze Anzahl stecknadelkopfgrosser Blutextravasate zum Vorschein kam. Am anderen Tage hatte die Hyperämie sich verloren, und die Extravasate traten um so deutlicher hervor. Ich sehe in diesen Veränderungen der Haut in erster Linie die kataphorischen Veränderungen, welche ich sonst an weichen feuchten porösen Körpern zwischen besserleitender Aussenflüssigkeit beobachtet habe (s. o. S. 308 ff.), in zweiter Linie die Folgen der in der Haut deponirten *sauren* (mit Schwefelsäure bereiteten) Chininlösung.

Legte ich Kaninchen, auch solchen die bei den vorgeschilderten Versuchen vergiftet worden waren und sich wieder erholt hatten, Strychnin-Elektroden in derselben Weise an, ohne jedoch den Strom hindurchzuschicken, so trat selbst nach Stunden keine Spur einer Vergiftungserscheinung auf. Prüfte ich dabei alle 20—30 Minuten durch ganz kurze Schliessungen des Kreises den Widerstand der thierischen Theile, so erwies sich derselbe unverändert oder nicht der Rede werth das eine Mal gewachsen, das andere Mal gesunken, wie es die unvermeidlichen kleinen Verschiebungen der Elektroden mit sich brachten. Ebensowenig endlich war eine Spur von Jod in meinem Harne zu finden, wenn ich zwei thalergrosse Stücke mit concentrirter Jodkaliumlösung angeriebenen Thones durch ein Tuch fest an die Haut meines Unterarmes andrückte und einen Tag lang mit mir herumtrug.

Es gelingt also zweifellos mit den angegebenen Maassnahmen und in der erwarteten Weise, durch die kataphorische Wirkung des Stromes differente Flüssigkeiten dem unversehrten lebenden Organismus einzuverleiben.

Sollte zu Heilzwecken von der galvanischen Einführung Gebrauch gemacht werden, so liesse sich die Einfuhr der differenten Flüssigkeit, wie ich mich durch Versuche überzeugt habe, ausser durch die Verstärkung der Säule, noch durch die Vergrösserung der Berührungsflächen zwischen Haut und Elektroden und durch die Einschaltung mehrerer Elektrodenpaare hinter einander beschleunigen und vermehren. Nicht minder würde die richtige Wahl der Anlagerungsstellen von Bedeutung sein, die vorherige Durchfeuchtung der Haut und nöthigenfalls die (für den Zweck ja unbedenkliche) Entfernung der Epidermis. Auch dürfte noch eine vortheilhaftere Applicationsmethode der differenten Substanz sich finden lassen, als die mit Hülfe des Modellirthones, welche mir gerade die bequemste war; und angezeigt wäre die Verwendung etwas weniger concentrirter Flüssigkeiten, weil dann ohne wesentliche Schädigung der eingeführten Menge differenter Substanz die Schmerzhaftigkeit vermindert wäre. Immer aber wird zu beachten sein, dass

einmal verhältnissmässig doch blos geringe Flüssigkeitsmengen sich einführen lassen, so dass nur Substanzen, die schon in kleinen Dosen sehr wirksam sind, hier zur Verwendung kommen können, und dass zweitens höchstens in besonders günstigen Fällen, z. B. an Finger- und Handgelenken, an eine locale Wirkung auf die unter der Haut gelegenen Theile zu denken, in der Regel blos eine allgemeine Wirkung zu erzielen ist. Die letztere bietet dabei, gegenüber der entsprechenden Wirkung nach innerer oder subcutaner Einverleibung, denselben Vorzug dar, welchen nach Hrn. O. Liebreich's Fund[1]) die Chloral- gegenüber der Chloroform-Wirkung besitzt, dass sie nämlich nur ganz allmählich, höchst langsam sich steigernd eintritt; natürlich kann sie auch noch nach Beendigung der Durchströmung anwachsen in Folge der Resorption der in der Haut verbliebenen Substanz, so lange diese Resorption an Geschwindigkeit die Secretion der Substanz übertrifft.

Berlin, December 1873.

1) Das Chloralhydrat. Berlin 1869. S. 18.

Berichtigung.

S. 275 Z. 4 v. u. statt „Abnahme“ l. „Zunahme“.
S. 299 „ 2 v. u. } statt „luftleer“ l. „lufthaltig“.
S. 300 „ 4 v. o. } statt „luftleer“ l. „lufthaltig“.

Ueber die negative Schwankung des Muskelstromes bei der Zusammenziehung.

Von

E. du Bois-Reymond.

Erste Abtheilung.

§. I. Einleitung.

Es war zu erwarten, dass die von mir beschriebenen neuen Vorrichtungen und Versuchsweisen zu elektrophysiologischen Zwecken, auf den Strom des thätigen Muskels angewendet, ebenso zu neuen Wahrnehmungen und Einsichten führen würden, wie sie dies in der Lehre vom Strom des ruhenden Muskels und Nerven, vom Elektrotonus des Nerven und von der negativen Schwankung des Nervenstromes schon gethan hatten. Gegenwärtige Abhandlung wird zeigen, wie in meinen Händen diese Erwartung sich erfüllt hat. Mehrere der jetzt hier möglichen Beobachtungen sind durch andere Forscher vorweg genommen worden. Ich werde ihre Ergebnisse, welche theils die meinen beleuchten und ergänzen, theils selber des Lichtes bedürftig es von den meinen erst empfangen, gehörigen Ortes berücksichtigen.

Abgesehen von einigen besonderen Kunstgriffen, die gelegentlich besprochen werden, waren die Methoden der Untersuchung die bekannten. Der kreisrunde Bussolspiegel von 20 Mm. Durchmesser war nur 0·8 Mm. dick und 2·414 Gr. schwer. Wenn seine Bewegung eben aperiodisch ($\varepsilon = n$) war, betrug die Beruhigungszeit beim Fall aus einer Ablenkung von 450 sc

nur 5·2'' [1]); sie war also gewöhnlich noch kleiner. Die Empfindlichkeit der Bussole liess sich leicht so erhöhen, dass der Nervenstrom bis zu 275 sc Ablenkung gab, der Muskelstrom die Theilung weit aus dem Gesichtsfelde warf; und diese Empfindlichkeit konnte, freilich auf Kosten der Kürze der Beruhigungszeit, noch gesteigert werden. Ebenso grosse Empfindlichkeit haben wohl schon die Instrumente anderer Forscher besessen. Dagegen erwuchs mir bei Beobachtungen, wo es vorzüglich um Auffassung rasch wechselnder Zustände des thierischen Elektromotors sich handelt, ein unschätzbarer Vortheil aus der Abwesenheit von Schwingungen und aus der Kürze der Beruhigungszeit.

Das Tetanisiren geschah mittels eines auf Helmholtz'sche Art eingerichteten Schlitteninductoriums, dessen Schläge dem Nerven durch die Thonspitzen meiner unpolarisirbaren Zuleitungsröhren zugeführt wurden. Getrieben wurde das Inductorium durch eine Säule aus zwei Daniells; die primäre Rolle enthielt keine Drähte. Einzelne Zuckungen, im Folgenden im Gegensatz zum Tetanus Einzelzuckungen genannt, wurden erzeugt, indem der Hauptkreis eines anderen Schlitteninductoriums mittels des Quecksilberschlüssels geöffnet wurde. Durch Schliessen und Oeffnen des Kreises in kürzeren oder längeren Zeitintervallen konnte eine mehr oder minder gedrängte Reihe von Zuckungen hervorgerufen werden; diese Art der Reizung, bei welcher man am Myographion oft Doppelreizungen bemerkt, wird künftig als unvollkommenes Tetanisiren bezeichnet. Durch Umlegen einer Wippe wurde die Anordnung für gewöhnliches Tetanisiren in die für Einzelzuckungen und unvollkommenes Tetanisiren verwandelt. Eine ähnliche Anordnung zu gleichem Zwecke hat Hr. Meissner beschrieben[2]).

1) Vergl. meine Abhandlungen „Ueber die aperiodische Bewegung gedämpfter Magnete“ in den Monatsberichten der Berliner Akademie 1869. S. 807; — 1870. S. 537; — 1873. S. 748. — Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. t. XLIV. p. 312; — XLV. p. 84. Genève 1872. — Der hier angewendete Bussolspiegel war der in der ersten dieser Abhandlungen (S. 837) mit I bezeichnete.

2) Henle und Pfeufer, Zeitschrift für rationelle Medicin. 3. R. 1862. Bd. XV. S. 47. — Seit ich, auf Grund der Theorie voltaëlektrischer

Wo nicht das Gegentheil gesagt ist, sind die Versuche an

Inductionsströme, die Mittel erörterte, den Verlauf des Anfangs- und Endstromes, und somit bei gleicher Richtung der Ströme im Nerven, deren physiologische Wirkung gleich zu machen (Monatsberichte der Akademie, 1862, S. 372), gab Hr. Bernstein, bei Gelegenheit seiner schönen Untersuchung über negative Schwankung im Elektrotonus, einen neuen Weg an, dies zu erreichen, an den ich nicht gedacht hatte, der sich aber leicht ähnlich mathematisch begründen lässt, wie die von mir besprochenen Methoden. Er besteht darin, zur Hauptrolle eine so gute dauernde Nebenschliessung anzubringen, dass ihr Widerstand verschwindet gegen den des Kettenzweiges, d. h. der Leitung, welche Kette und Unterbrechungsstelle enthält. Dann finden Anfangs- und Endstrom zwischen den Enden der Rolle annähernd gleichen Widerstand und haben also auch annähernd gleichen Verlauf. Hr. Bernstein hat diese Bedingung auf dreierlei Art zu erfüllen gesucht. Einmal brachte er zwischen den Enden der Rolle Platinplatten in angesäuertem Wasser an, während der Kettenzweig nur einen Daniell enthielt (dieses Archiv, 1866, S. 602). Das andere Mal waren es Kupferplatten in schwefelsaurer Kupferoxydlösung; der Kettenzweig enthielt eine Säule aus 6—8 kleinen Groves (Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie u. s. w. I. Jahrgang. 1869. S. 183. 184; — Untersuchungen über den Erregungsvorgang im Nerven- und Muskelsysteme. Heidelberg 1871. S. 18). Endlich ersetzte auch Hr. Bernstein die Flüssigkeitszellen durch einen im Zickzack gebogenen, mehrere Fuss langen, dünnen Kupferdraht; in diesem Falle befanden sich im Kettenzweige, ausser zwei Elementen, die Windungen eines Elektromagnets (Untersuchungen u. s. w. S. 101). Als Beweis dafür, dass es ihm gelungen sei, den Verlauf beider Ströme gleich zu machen, führt Hr. Bernstein an, dass die negative Schwankung des Nervenstromes bei beiden Richtungen der erregenden Inductionsströme gleiche Grösse zeigte.

Ich muss bekennen, dass ich mich dabei nicht beruhigt hätte. Namentlich im ersten Falle hätte ich den Widerstand der Zelle mit angesäuertem Wasser von vorn herein nicht für klein genug gehalten, auch wäre die Polarisation der Platinelektroden mir bedenklich erschienen. Die negative Schwankung kann bei beiden Richtungen der Inductionsströme gleiche Grösse zeigen, ohne dass Anfangs- und Endstrom gleich stark erregen. Wenn nämlich der schnellere und stärkere von beiden (unter den gewöhnlichen Umständen der Endstrom) die abgeleitete Strecke anelektrotonisirt, so kann die geringere elektrotonisirende Wirkung jenes Stromes durch die Ueberlegenheit des Anelektrotonus über den Katelektrotonus aufgewogen werden.

dem von mir sogenannten M. gracilis vom Oberschenkel des

Ich selber versuchte, das Bernstein'sche Verfahren in's Werk zu setzen, indem ich das Rheochord als Nebenschliessung zu einer viergliedrigen Daniell'schen Säule anbrachte. Aber sogar wenn ich das Rheochord bis auf eine halbe seiner Einheiten kürzte, wobei ein gewöhnliches Schlitteninductorium bei ganz aufgeschobener Rolle kaum noch Zuckung des Nervmuskelpräparates erzeugte, erhielt ich noch keine Gleichheit der durch Anfangs- und Endstrom erregten, auf der berussten Platte des Myographions verzeichneten Zuckungen.

Uebrigens erfuhr ich dabei, trotz dem ansehnlichen Widerstand im Kettenzweige, auf's Neue, wie schon bei meinen Versuchen zur Prüfung des Helmholtz'schen Verfahrens (Monatsberichte a. a. O. S. 400), dass grössere oder kleinere Geschwindigkeit des Schliessens und Oeffnens, gleichviel ob mit dem festen oder dem Quecksilber-Schlüssel, grössere Unterschiede in der Stärke der Zuckungen bedingt, als die, welche von dem noch vorhandenen Unterschied im Verlaufe beider Ströme herrühren. Dass die Feder des Inductoriums die Herstellung und Unterbrechung des Stromes immer nur sehr ungleichmässig besorgt, selbst wenn der Funke auf den Trennungsfunken der Kette beschränkt ist, folgt aus der Art, wie beim Annähern der Nebenrolle an die Hauptrolle die ersten Zuckungen auftreten. Nimmt man hinzu, dass, wie ich bereits a. a. O. S. 403 bemerklich machte, das Inductorium zu rasch arbeitet, um einzelnen voltaëlektrischen Inductionsströmen von der Natur des Anfangsstromes Zeit zu lassen, völlig abzulaufen, so scheint es hoffnungslos, mittels des Inductoriums congruente Wechselströme erzeugen zu wollen. Vollends wird es unmöglich sein, damit die Aufgabe zu lösen, um die es sich hier handelt, nämlich Erregungen von gleicher Beschaffenheit beliebig einzeln, oder in der Zeit mehr oder minder nahe einander folgend, hervorzurufen. Die einzige Art dies zu erreichen, besteht, soviel ich sehe, darin, mittels eines Systemes von Unterbrechungsrädern, wie ich es a. a. O. S. 404 beschrieb, eine Reihe einander in passendem Zeitabstande folgender, gleichbeschaffener Stromstösse zu erzeugen, und aus dieser Reihe, bei beständig bleibender Geschwindigkeit des Systemes, nach Bedürfniss einen einzelnen Stromstoss, oder durch Auslassen immer je eines, je zweier, ... Stösse eine Reihe von geringerer Anzahl von Stössen in der Zeiteinheit auszuscheiden. Die Stromstösse müssen voltaëlektrische Oeffnungsschläge sein, damit man sie der Stärke nach abstufen könne, ohne das Verhältniss ihrer Ordinaten zu ändern (A. a. O. S. 387). Um die Schwankungen der Form der Curve unschädlich zu machen, in der beim Oeffnen der Widerstand bis zum Unendlichen wächst, muss im primären Kreis ein grosser Widerstand sich befinden, und somit eine grosse elektromotorische Kraft thätig

Frosches angestellt, als dem regelmässigsten der hier brauchbaren Froschmuskeln [1]). Die Zurichtung dieses Muskels mit seinem Nerven und seinen knöchernen Ursprüngen oder „Knochenstücken“ ist im Vergleiche zu der des Gastroknemius und Sartorius, die man sonst zu Nervmuskelpräparaten verwendet, leider sehr umständlich. Folgende Vorschrift führt am besten zum Ziele.

1. Wie stets, wenn es um Darstellung von Oberschenkelmuskeln sich handelt, darf die Haut des Beines nicht ohne Weiteres abgezogen werden. Sie wird mit dem Cutaneus femoris, unter sorgfältiger Schonung des Gracilis, vom Becken nach dem Knie zu abgelöst, und dann erst vom Ober- und Unterschenkel abgestreift.

2. Nach Durchschneidung der Mm. pyriformis und ileococcygeus [2]) wird der N. ischiadicus von oben und von unten her bis zur Stelle blossgelegt, wo die Oberschenkeläste abgehen. Die nicht zu Gracilis, Semitendinosus und Semimembranosus gehenden Zweige werden durchschnitten.

3. Das knorpelige Hufeisen, welches den Semimembranosus an den Condylus tibiae heftet, wird abgelöst, und der Semimembranosus nach hinten und zur Seite geschlagen. Die Nervenzweige zu ihm, dem Semitendinosus und Gracilis liegen nun,

---

sein. Ich lasse dahingestellt, ob man nicht jetzt hier, wie in Hrn. Bernstein's Differential-Rheotom, die festen Metalle mit Vortheil durch Quecksilber ersetzen könnte.

Die Herstellung einer solchen Vorrichtung zum Tetanisiren, in der einen oder anderen Form, wird ein in mehrfacher Beziehung schwieriges und ein kostspieliges Unternehmen sein. Die Zeit wird kommen, wo man ohne Nachtheil nicht länger wird davor zurückweichen können. Vor der Hand genügten hier noch die rohen Mittel, die ich im Text als bei dieser Untersuchung von mir angewandt schilderte, und der Zweck gegenwärtiger Anmerkung war nur, diesen Stand der Dinge darzulegen.

1) S. dies Archiv, 1863. S. 528; — 1867, S. 264. Anm.

2) Bis auf die von mir in diesem Archiv, 1867. S. 263. Anm. 2 angezeigten Ausnahmen folge ich hier der von Hrn. Ecker in seiner „Anatomie des Frosches“ (Braunschweig 1864) angenommenen Namengebung, nur sage ich Ileo-coccygeus statt Coccygeo-iliacus.

durch das Pigment der mit ihnen verlaufenden Blutgefässe kenntlich gemacht, klar vor Augen. Der Semimembranosus wird von unten her bis zum Becken vorsichtig vom Gracilis getrennt, sein Nerv abgeschnitten.

4. Der Ischiadicus wird in passender Entfernung unter dem Ursprunge der Zweige für Gracilis und Semitendinosus durchschnitten, sein Stamm in Verbindung mit jenen Aesten bis zum nah benachbarten Hilus beider Muskeln vollends freigemacht, auf dem Hilus zu einem Päckchen zusammengefaltet, und so der Nerv in Sicherheit gebracht.

5. Nun bringt man das spitze Scheerenblatt unter die Sehne des Gracilis und Semitendinosus, das stumpfe unter den Oberschenkel, und durchschneidet letzteren dicht über dem Knie; der Unterschenkel dient als Handhabe, während man den Gracilis aus seinen übrigen Verbindungen, besonders mit den Mm. adductor magnus und longus, bis zum Becken löst.

6. Man durchschneidet die Sehnen, durch die der Semitendinosus an die Tibia, und die beiden Sehnen, durch die er an das Becken geheftet wird. Er löst sich alsdann leicht vom Gracilis, den man zwischen Becken und Unterschenkel sanft anspannt, und es hat keine Schwierigkeit mehr, seinen Nerven von dem des Gracilis zu unterscheiden und ohne Gefahr für letzteren zu beseitigen.

7. Es bleibt übrig, die Knochenstücke zuzuschneiden und möglichst von Muskelstümpfen zu reinigen, was namentlich am Becken recht zeitraubend ist.

Die ganze Präparation kann ich, trotz meiner Uebung darin, nicht leicht schneller als in einer Viertelstunde, vom Tode des Frosches an, beenden, während Hr. Kühne nach seiner Angabe es dahin gebracht hatte, den Sartorius mit seinem Nerven in weniger als zwei Minuten zu präpariren[1]).

Es wird im Folgenden nützlich sein, zwischen der Schwankung des Stromes, wie sie im Bussolkreis erscheint, und der Schwankung der elektromotorischen Kraft selber leicht und kurz zu unterscheiden. Erstere soll deshalb, wo irgend ein Zweifel

---

1) Dies Archiv, 1859. S. 319.

obwalten könnte, Stromschwankung, letztere Kraftschwankung genannt werden. Die Kraftschwankung ist also die der Stromschwankung zu Grunde liegende Schwankung des Spannungsunterschiedes zwischen zwei bestimmten Punkten der Muskeloberfläche; bei gleicher Kraftschwankung kann die Stromschwankung nach den abgeleiteten Punkten der Muskeloberfläche, dem Widerstande des Kreises und noch anderen Umständen verschieden sein.

Im Allgemeinen ist die den Tetanus begleitende Schwankung des Stromes negativ, und daher unter dem Namen der negativen Schwankung schlechthin bekannt. Wie die Folge lehren wird, kann sie aber auch positiv sein, und es wird sich lohnen, folgende Begriffe und Ausdrücke festgestellt zu haben.

Nennt man, wie ich es kürzehalber bekanntlich zu thun pflege, die Richtung des Stromes vom Längs- zum Querschnitt des Muskels im Bogen die positive, so ist eine Schwankung des Stromes, welche im Sinn einer Verkleinerung des positiven Stromes geschieht, als absolut negativ, eine Schwankung, welche im Sinn einer Vergrösserung desselben Stromes geschieht, als absolut positiv zu bezeichnen, gleichviel ob der gerade bestehende Strom positiv oder negativ ist. Dieselben Ausdrücke finden Anwendung auf irgendwie von Muskeln, Muskel-Stücken oder -Complexen abgeleitete Ströme, insofern daran als positiv die Richtung zu bezeichnen ist, welche der gleichmässigen Negativität aller Querschnitte entspricht. Die Stromrichtung im Bogen von einer stumpfen zu einer spitzen Muskelrhombusecke z. B. würde als positiv zu bezeichnen sein. Relativ positiv und negativ sind dagegen Schwankungen, die den gerade bestehenden Strom vergrössern und verkleinern. Doppelsinnig endlich nenne ich eine Schwankung, bei der positive und negative Ausschläge in irgend welcher Zahl und Ordnung einander folgen.

Noch auf eine Redeweise, deren ich im Folgenden mich bediene, will ich aufmerksam machen. Man sieht zwar im Fernrohr die Theilung am Faden vorbei sich bewegen; doch ist klar, dass die relative Bewegung des Fadens und der Theilung es ist, auf die es ankommt, und dass man an Stelle

der Bewegung der Theilung am Faden vorbei die Bewegung des Fadens über die Theilung hin setzen kann. Ich ziehe es manchmal vor, letztere anzugeben, und von dem Faden auf der Theilung wie von der Multiplicatornadel auf ihrer Theilung zu reden. Wirklich gewöhnt sich das Auge, die Theilung, wenn nicht ihre Bewegungen zu heftig sind, unbewegt und den Faden scheinbar darüber hingleitend zu erblicken[1]).

§. II. Die Erscheinungsweise der negativen Stromschwankung bei Ableitung des Stromes von künstlichem (thermischem) Querschnitt und bei Anwendung der neuen Methoden wird beschrieben, und die Grösse der so erhaltenen Schwankung gemessen.

Mein Bestreben ging zunächst dahin, ein Verfahren zu finden, wie die negative Schwankung des vom künstlichen Querschnitt abgeleiteten Muskelstromes erforscht werden könne, da dies die einzige Art ist der Verwickelung zu entgehen, die aus der Schrägheit und Parelektronomie natürlicher Querschnitte entspringt. Die Schwierigkeit dabei besteht darin, dass man den Muskel, wenn auch nur an einem seiner Enden künstlicher Querschnitt mit dem Messer angelegt ist, nicht mehr durch Ausspannen unbeweglich genug machen kann, um sicher zu sein, dass die Veränderung der elektromotorischen Kraft nur von der Schwankung herrühre, nicht von der Verschiebung der Ableitungspunkte am Muskel.

Ich versuchte zuerst dies zu erreichen, indem ich den querdurchschnittenen Muskel mit gläsernen Nadeln, d. h. mit spitz ausgezogenen Stücken Thermometerrohr, auf einem gefirnissten Korke feststeckte; der Strom wurde mittels der Thonspitzen der unpolarisirbaren Zuleitungsröhren vom natürlichen Längsschnitt und künstlichen Querschnitt abgeleitet. Allein dies Verfahren führte höchstens bei dem schwachen Sartorius

1) Vergl. übrigens meine: Beschreibung einiger Vorrichtungen und Versuchsweisen zu elektrophysiologischen Zwecken. Aus den Abhandlungen der Akademie 1862. Berlin 1863. 4°. S. 87.

zum Ziele, der sich hier sonst nicht gerade als Versuchsgegenstand empfiehlt. Bei kräftigeren Muskeln, wie dem Gracilis oder Semimembranosus, blieb namentlich am Querschnitt eine Verschiebung gegen die Thonspitze zurück, welche sichere Wahrnehmungen innerhalb hinreichend enger Grenzen vereitelte. Zuweilen haftete der berührte Querschnittspunkt an der Spitze, während rings der Querschnitt so sich zurückzog, dass eine kegelförmige Hervorragung entstand, deren Gipfel jener Punkt bildete. Alsdann erfolgte bei Einzelzuckungen, und im Beginne des Tetanisirens vor der negativen Schwankung, eine positive Schwankung als Ausdruck des vom Kegelmantel ausgehenden Neigungsstromes[1]. Dass dies deren Ursprung war, liess in jedem einzelnen Falle dadurch sich darthun, dass ebenso starke oder stärkere positive Schwankung entstand, wenn am ruhenden Muskel durch Zurückziehen der Thonspitze der Querschnitt kegelförmig emporgehoben wurde.

Ich gab daher die Versuche mit mechanisch angelegtem künstlichen Querschnitt auf, und stellte den Querschnitt thermisch her. Ich liess dem Muskel seine Knochenstücke, tauchte das zur Ableitung bestimmte Ende, soweit es natürlichen Querschnitt darbot, etwa eine Minute lang in 50° C. warme dreiviertelprocentige Steinsalzlösung[2], trocknete es mit Fliesspapier, brachte den Muskel wohlabgekühlt in die „kleine Streckvorrichtung“[3], und spannte ihn mässig aus. Dann legte ich einem Aequatorpunkte des natürlichen Längsschnittes die eine Thonspitze an; auch bei stärkster Zusammenziehung bleibt sie hier unverrückt genug, um die aus der etwa übrig bleibenden Ver-

---

1) Vergl. Monatsberichte der Akademie, 1866. S. 391. 392.

2) Es empfiehlt sich, heissere Lösung zu nehmen als nöthig, um den Theil des Muskels wärmestarr zu machen, der die Temperatur der Lösung angenommen hat. Der Muskel und sein während des Eintauchens des einen Endes in die Lösung am Hilus zusammengefalteter Nerv (Vergl. oben S. 522. 4.) scheinen unter kürzerem Eintauchen in heissere Lösung weniger zu leiden, als unter längerem Eintauchen in minder heisse Lösung.

3) Vergl. Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. I. S. 67. 86. Taf. I. Fig. 86; — Monatsberichte der Akademie, 1860, S. 892.

schiebung entspringende Störung meist vernachlässigen zu dürfen[1]). Die Ableitung vom Querschnitt geschah oft vom entsprechenden Knochenstücke mittels einer anderen Thonspitze oder des Thonschildes eines der unpolarisirbaren Zuleitungsgefässe. Die elektromotorische Wirkung des Knochenstückes, d. h. der Unterschied der Kräfte bei Ableitung des Stromes von jenem Stücke, und von den Sehnen selber, ist fast stets zu vernachlässigen. Sie ist es ohnehin, wo es sich um den Vergleich von Schwankungen der Kraft handelt, an denen sie keinen Theil hat. Man kann sie aber auch thatsächlich dadurch aus dem Spiele bringen, dass man die Thonspitze dem sehnigen Ende unmittelbar, nach innen von der Elfenbeinplatte der Streckvorrichtung, anlegt.

Ebensowenig wie die elektromotorische Wirkung des Knochenstückes kommt die etwa noch übrige Wirkung der wärmestarren Strecke in Betracht. Diese Strecke stellt aber nunmehr für den Querschnitt auch bei lebhaftester Zusammenziehung eine unveränderliche Ableitung dar, so dass durch diesen Kunstgriff das elektrische Verhalten des künstlichen Querschnittes arbeitender Muskeln erforschbar wird. Man kann Aehnliches erreichen, indem man den natürlichen Querschnitt mit einer ätzenden Flüssigkeit bepinselt, d. h. ihn chemisch zu künstlichem Querschnitt macht. Der thermische Querschnitt, wie wir ihn nennen wollen, hat aber den Vorzug, dass er, obschon als isotherme Fläche convex gegen die Sehne, ungleich weniger schräg ist als der chemische Querschnitt, welcher der Gestalt des natürlichen folgt, und dessen elektromotorische Wirkung daher stets zum Theil auf Neigungsströmen beruht[2]).

Es war die Frage, ob der am einen Ende wärmestarre Muskel sich noch tetanisiren lasse. Ich fand, dass dies mindestens so gut gehe, wie das Tetanisiren eines querdurchschnittenen oder angeätzten Muskels, und dass es nicht einmal nöthig sei, während des Eintauchens des Muskels in die heisse Lö-

1) Vergl. dies Archiv, 1867. S. 265.

2) Monatsberichte der Akademie, 1867. S. 590.

sung den Nerven vor der Strahlung und den Dämpfen zu schützen, wie ich anfangs durch allerlei künstliche Vorkehrungen zu thun suchte. Sogar ein an beiden Enden wärmestarr gemachter Muskel lässt sich noch vielemal vom Nerven aus tetanisiren und liefert dabei, wenn man den Strom einerseits vom Aequator, andererseits vom einen, oder auch zugleich von beiden Knochenstücken ableitet, ausgiebige negative Schwankung. Dass ein thermischer Querschnitt an sich dem Muskel nicht mehr schadet als ein mechanischer, erklärt sich leicht. Am mechanischen Querschnitt bildet sich schnell eine abgestorbene Schicht, die mit der wärmestarren Schicht wesentlich einerlei ist. Dass sie am thermischen Querschnitt dicker ist als am mechanischen, kann nur gleichgültig sein.

Die beste Art, die negative Schwankung zu beobachten, besteht darin, vor dem Tetanus den Strom des Muskels zu compensiren.

Wenn auch die Grösse des alsdann beim Tetanisiren erfolgenden Ausschlages vom Widerstande des Bussolzweiges abhängt, kann bei ursprünglich bestehender Compensation doch keine Veränderung dieses Widerstandes, z. B. durch Veränderung des Widerstandes des Muskels, einen Ausschlag herbeiführen. Selbst völliges Verschwinden des Widerstandes des Bussolzweiges würde, wenn zugleich eine noch so kleine Verminderung der elektromotorischen Kraft des Muskels stattfände, nicht hindern, dass ein negativer Ausschlag erfolgte.

Wenn dagegen beim Tetanisiren ein Ausschlag aus der, durch den nicht compensirten Strom des ruhenden Muskels erzeugten beständigen Ablenkung geschieht, so kann daraus nicht ohne Weiteres auf Veränderung der elektromotorischen Kraft geschlossen werden. Blosse Veränderung des Widerstandes im Bussolkreise kann die Ursache sein; und auch wenn sonst feststände, dass ausserdem eine Verminderung der Kraft im Spiele sei, würde aus dem Sinne des Ausschlages deren Sinn nicht unmittelbar folgen [1]).

---

1) Unter Beibehaltung der früher (Beschreibung einiger Vorrichtungen u. s. w. S. 109) von mir gebrauchten Bezeichnungen hat man,

Die Grösse eines von Null ausgehenden Ausschlages hat man ferner unmittelbar vor Augen [1]), während man, wenn der Ausschlag aus beständiger Ablenkung geschieht, um den Erfolg zu übersehen, erst zwei, meist vierstellige Zahlen von einander abziehen muss. Man kann bei beliebiger Empfindlichkeit der Bussole arbeiten, während, wenn die Schwankung aus beständiger Ablenkung erfolgt, diese die Theilung nicht aus dem Gesichtsfelde führen darf. Es braucht endlich nur die mittlere Gegend der Scale in beschränkter Ausdehnung beleuchtet zu sein.

Aus allen diesen Gründen hat man sich im Folgenden, wo nicht das Gegentheil gesagt ist, den Strom des ruhenden Muskels als compensirt vorzustellen. Zur Compensation bediente ich mich, wie immer, wo sein Umfang reicht und keine

---

wenn $\triangle_y$, $\triangle_M$ die von einander unabhängigen Grössen sind, um welche die elektromotorische Kraft y und der Widerstand M des Multiplicator- (Bussol-) Zweiges sich ändern, im Falle der Compensation die Stärke I des in Folge der Aenderung entstehenden Stromes

$$I = \frac{(y \pm \triangle_y)\, C - \varepsilon\lambda}{(M \pm \triangle_M)\, C + (C - \lambda)\,\lambda}.$$

Der Nenner ist stets positiv, und da $yC = \varepsilon\lambda$, hängt das Zeichen des Ausschlages allein vom Zeichen von $\triangle_y$ ab, und für $\triangle_y = 0$ ist $I = 0$.

War dagegen nicht compensirt, so ist der Unterschied $\triangle_I$ der neuen Stromstärke I' und der ursprünglichen I

$$I' - I = \triangle_I = \frac{\pm \triangle_y (M + \lambda) \mp \triangle_M \cdot y}{(M + \lambda)^2 + \triangle_M (M + \lambda)}.$$

Der Nenner ist abermals stets positiv. Der Zähler kann positiv sein auch bei negativem $\triangle_y$, und umgekehrt; und selbst für $\triangle_y = 0$ hat $\triangle_I$ einen je nach dem Zeichen von $\triangle_M$ positiven oder negativen Werth.

1) Wenigstens wenn man nach meinem Rath (Beschreibung einiger Vorrichtungen u. s. w. S. 87) endlich die unbequeme, von den Magnetometer-Beobachtungen herrührende Göttinger Art der Scalen-Theilung mit einer beiderseits von Null ausgehenden Theilung vertauscht und die Scale verschiebbar macht, so dass man vor jedem Versuch den Nullpunkt auf den Faden einstellen kann. Die Werkstatt des Hrn. O. Plath (Sauerwald) liefert Gestelle zur Spiegelablesung mit verschiebbarer Scale nach meiner Angabe.

besonders strenge Maassbestimmung bezweckt wird, des von mir sogenannten runden Compensators in der früher beschriebenen Aufstellung, bei der ein Grad seiner Theilung sehr genau einem achttausendstel Daniell entspricht[1]). In solchen Compensatorgraden wird in den folgenden Beispielen die elektromotorische Kraft in der Ruhe, vor oder nach dem Tetanus, angegeben; die Schwankung selber dagegen aus Gründen, die gleich erhellen werden, nur in Scalentheilen.

Wie kaum gesagt zu werden braucht, befanden sich die Streckvorrichtung und die beiden Paare von Zuleitungsröhren, von denen das eine die tetanisirenden Ströme zu-, das andere den Muskelstrom abführte, in einem mit Wasserdampf gesättigten Raume. Bei der grossen Dünne des Muskelnerven des Gracilis ist diese Schutzmaassregel hier doppelt nothwendig.

Wird nun bei compensirtem Strome, nach abgelesener elektromotorischer Kraft in der Ruhe, der die tetanisirenden Ströme bisher ableitende Schlüssel geöffnet, so geschieht ein negativer Ausschlag, der unter den gewöhnlichen Umständen meiner Versuche bis 300^{sc} betrug. Der Faden verweilt aber keinen Augenblick auf der erreichten Höhe, sondern weicht sogleich, erst schneller, dann langsamer zurück. Unterbricht man den Tetanus, so kehrt er schneller, jedoch nicht bis zum Nullpunkte, zurück; vielmehr hinterbleibt stets eine um so grössere Verminderung der Kraft, je heftiger und anhaltender der Tetanus war.

Diese Verminderung ist die schon früher von mir beschriebene Nachwirkung des Tetanus auf die elektromotorische Kraft des Muskels[2]), die sich aber wegen der Ladungen der Platinelektroden damals nicht unmittelbar darstellen liess. Sie wird im Folgenden, und bis auf Weiteres, als Nachwirkung schlechthin bezeichnet. Aus ihr erhebt sich die Kraft nur lang-

---

1) Vergl. dies Archiv, 1867, S. 428; — 1871. S. 608.

2) Comptes rendus etc. 8 Avril 1850. t. XXX. p. 408; — Annales de Chimie et de Physique. 1850. 3me Série. t. XXX. p 186; — Monatsberichte der Akademie, 1853. S. 111; — die Fortschritte der Physik in den Jahren 1850 und 1851 u. s. w. 1855. S. 758; — Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. II. S. 151. 291. 356.

sam wieder, mit solcher Geschwindigkeit jedoch, dass man anfangs die Theilung am Faden deutlich vorbeiziehen sieht; selten erreicht die Kraft wieder ganz die frühere Grösse.

Die erste Aufgabe, welche jetzt hier sich darbietet, ist, den Betrag der negativen Schwankung als Bruchtheil der ursprünglichen Stromkraft auszuwerthen.

Aus dem eben Gesagten erhellt leider, dass die Hoffnung eitel war, diesen Betrag durch Compensation zu messen, und so die Veränderung des Widerstandes zu eliminiren, die theils aus der nicht ganz beseitigten Formveränderung des Muskels, theils aus der geringen, den Tetanus begleitenden Vermehrung der Leitungsgüte der Muskelsubstanz [1]) entspringt. Ausgenommen in seltenen Fällen, die dann in anderer Beziehung nicht allen Forderungen entsprachen, fand ich es unmöglich, durch Zurückdrehen des Compensators dem Faden so schnell mit dem Nullpunkte zu folgen, dass nicht der dabei begangene Fehler unzweifelhaft grösser gewesen wäre, als der, welchen bei Beobachtung ohne Compensation die Widerstandsveränderungen bedingen können.

Man kann nun, um den Betrag der negativen Schwankung zu bestimmen, diese in der That sehr geringfügigen Veränderungen vernachlässigen, und einfach mit dem im Zustande der Compensation durch Tetanisiren erhaltenen Ausschlag in die voraufgehende beständige Ablenkung dividiren. Eine bessere Versuchsweise besteht aber darin, die Widerstandsveränderungen des Muskels dadurch unschädlich zu machen, dass man den Widerstand des Kreises vergrössert. Dies geschieht leicht durch feuchte Fäden oder Fliesspapierstreifen, besser durch ein mit dreiviertelprocentiger Steinsalzlösung gefülltes Thermometerrohr, das man an beiden Enden mit Thon verschliesst, und zwischen dem einen Knochenstück und dem Thonschild des einen Zuleitungsgefässes passend aufstellt. Das von mir angewandte Rohr war 110 Mm. lang und hatte 0·29 Mm. Durchmesser. Der Widerstand dieses Rohres beträgt etwa das 40-

---

1) Untersuchungen u. s. w. Bd. I. Abth. I. S. 82. — Vergl. J. Ranke, Tetanus. Eine physiologische Studie. Leipzig. 1865. S. 15. 48.

fache des ganzen übrigen Kreises, d. h. des Muskels und der Sehne, der Thonschilder, Bäusche und Zuleitungsgefässe, und des Bussolgewindes. Der Widerstand des Muskels selber kann unter diesen Umständen höchstens $\frac{1}{30}$ des Gesammtwiderstandes des Kreises betragen haben und seine Veränderung in mässig angespanntem Zustande, wo die Formveränderung nicht mehr in Betracht kommt, noch lange kein Tausendstel desselben Widerstandes. Freilich hat dies Verfahren den Nachtheil, dass man die Empfindlichkeit der Bussole steigern muss, wobei die Beruhigungszeit des Spiegels wächst, da es doch hier gerade darauf ankommt, möglichst schnell zu beobachten. Abgesehen davon leistet das Verfahren den gewünschten Dienst, und man sieht so ganz unmittelbar, wieviel das Tetanisiren vom ursprünglichen Strom übrig lässt, oder wieviel die negative Kraftschwankung beträgt.

Die grössten Werthe, die ich auf die eine oder andere Art für die negative Schwankung bei thermischem Querschnitt erhielt, betrugen nur etwas über 0·4 der ursprünglichen Stromkraft.

Dabei ist jedoch zweierlei zu berücksichtigen. Erstens vergehen, wie man sah (S. oben S. 522), vom Tode des Frosches bis zur Vollendung der Präparation allein gegen 15 Minuten. Ueber dem Wärmestarrmachen auch nur des einen Endes des Muskels und der weiteren Einrichtung des Versuches geht wieder eine gewisse Zeit hin. Zweitens ist das Starrmachen selber der Leistungsfähigkeit doch eben nicht zuträglich. Jene Zahl sagt also nur dass die Abnahme der Stromstärke soviel sicher beträgt; wahrscheinlich kann unter den sonst hier obwaltenden Bedingungen die Abnahme auf die volle Hälfte der Stromstärke sich belaufen.

Von Muskeln, die mit Kreosot, Milchsäure ($\bar{L}$: HO :: 1 : 1) oder Chlorwasserstoffsäure (käufliche ClH: HO :: 1 : 9) angeätzt waren, habe ich keine stärkeren, im Allgemeinen schwächere Werthe für den Betrag der Schwankung erhalten.

In gleicher Weise ein Maass der Nachwirkung anzugeben, ist sehr schwer, erstens, weil deren Stärke unter Anderem von der Dauer des Tetanus abhängt, mit dessen Fortsetzung sie zuletzt in eine dauernde Schwächung des Stromes des zur Er-

schöpfung tetanisirten Muskels übergeht; dann aber und vorzüglich, weil die schnelle Bewegung des Fadens auf der Theilung nach Aufhören des Tetanus so allmählich in die langsame übergeht, die dem Schwinden der Nachwirkung entspricht, dass man nicht weiss, wo die Grenze liegt. Man wird sich aber ein im Allgemeinen hinreichend zutreffendes Bild der Erscheinung machen, wenn man sich zu einer aus dem Zustande der Compensation erfolgenden negativen Schwankung von 200^{sc} eine Nachwirkung von 20^{sc} vorstellt. Dabei wird angenommen, dass das Tetanisiren nicht länger fortgesetzt wurde, als nöthig, um das Maximum der Schwankung zu erhalten, und, wie überhaupt bisher, dass der Strom von künstlichem Querschnitt abgeleitet wird. Wir werden sehen, dass bei Ableitung von natürlichem Querschnitt die Erscheinungen sehr verschieden sich gestalten.

Fährt man bei compensirtem Strome des ruhenden Muskels mit dem Tetanisiren über das Maximum der Schwankung hinaus fort, so wird die rückgängige Bewegung des Fadens immer langsamer. Zuletzt kommt ein Punkt, wo die Schwankung eine beständige Grösse angenommen zu haben scheint. Hört man aber auf zu tetanisiren, so erfolgt kein weiterer Rückgang mehr, der eine Hebung des Stromes anzeigte, und auf unmittelbar erneutes Tetanisiren auch keine negative Schwankung mehr. Ebensowenig aber findet Zuckung statt. Mit anderen Worten also, das Nervmuskelpräparat ist unter den vorhandenen Umständen unerregbar geworden, und sein Strom erscheint dauernd geschwächt. Erst nach einer Zeit der Ruhe erhält man wieder Zuckung, und dem entsprechend eine Spur von Schwankung. Verfährt man ebenso ohne Compensation, so wird zuweilen die Schwankung, die sich aber dabei nur noch auf wenige Scalentheile beläuft, positiv; sie erscheint aber negativ, sobald man compensirt. Die positive Schwankung rührte also davon her, dass eine Widerstandsverminderung beim Tetanus die Verminderung der elektromotorischen Kraft überwog. Verschiebung der Thonspitze am Längsschnitt kann nicht Grund der Widerstandsverminderung sein, denn erstens zieht sich unter diesen Umständen der Muskel nur noch fast un-

merklich zusammen, zweitens wäre unverständlich, weshalb die Verschiebung nicht auch zuweilen Widerstandsvermehrung bedingte. Die Widerstandsverminderung scheint vielmehr einerlei zu sein mit der schon früher unmittelbar von mir nachgewiesenen Verminderung des Widerstandes der Muskelsubstanz im Tetanus (Vergl. oben S. 530), welche also bei der Ermüdung langsamer abnehmen würde, als die negative Schwankung, ganz wie nach Ed. Weber die Vergrösserung des Elasticitätscoëfficienten des Muskels bei der Zusammenziehung langsamer sinkt, als sein Bestreben sich zu verkürzen[1].

Nicht selten hat es den Anschein, als überdaure eine Spur negativer Schwankung bei compensirtem, und positiver Schwankung bei nicht compensirtem Muskelstrome jede sichtbare Gestaltveränderung des Muskels. Der negativen Schwankung kann auch hier noch eine entsprechend kleine Nachwirkung folgen.

Wird nicht länger tetanisirt als nöthig um das Maximum der Schwankung herbeizuführen, so erhält man stundenlang ausgiebige negative Ausschläge. Wenn also in den älteren Versuchen am Gastroknemius die negative Schwankung an demselben Muskel immer nur wenigemal erschien, so lag dies zum Theil daran, dass der Nerv durch die Ionen an den stromzuführenden Platinblechen und durch die Trockniss zu schnell zerstört wurde. Nicht selten sogar sieht man bei künstlichem sowohl wie auch besonders bei natürlichem Querschnitt die negative Schwankung in mehreren aufeinanderfolgenden Versuchen zuerst an Stärke zunehmen; zum Theil unstreitig wegen der bei dem Absterben anfangs wachsenden örtlichen Erregbarkeit der tetanisirten Nervenstrecke[2].

---

1) Artikel: Muskelbewegung, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie u. s. w. Bd. III. 2. Abth. Braunschweig 1846. S. 116.

2) Hr. Lamanski hat einen mit 80 gr belasteten Gastroknemius vom Nerven aus alle drei Minuten tetanisirt, die Hubhöhe gemessen und die zugehörige negative Schwankung bestimmt. Letztere nahm wie die Hubhöhe zuerst zu, dann allmählich ab. Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie u. s. w. Bd. III. 1870. S. 203. 204.

Ich habe nicht unterlassen mit meinen jetzigen Hülfsmitteln auf's Neue die Richtigkeit meiner früheren Angabe zu prüfen, dass bei verschiedener Ableitung des Stromes vom Muskel die negative Schwankung der jedesmaligen Stromstärke proportional sei. Im Allgemeinen habe ich dies auch jetzt wieder bestätigt gefunden; doch wird der Erweis eines solchen Satzes in gewissem Sinn um so schwerer, mit je vollkommneren Mitteln man daran geht. Störungen werden bemerkbar, die früher der Wahrnehmung sich entzogen.

Natürlich muss bei dieser Prüfung der Muskel an beiden Enden mit thermischem Querschnitt versehen sein. Die Negativität beider Querschnitte, und die Leistungsfähigkeit beider Enden wird nun nie genau die nämliche sein. Daraus entspringen Abweichungen in der Lage des elektromotorischen Aequators während der Ruhe, und wiederum andere während des Tetanus, welche zu allerlei Abweichungen von obiger Regel führen. Der Aequator ist stets von dem negativeren nach dem minder negativen Ende hin verschoben. Sind die Thonspitzen in der Ruhe elektromotorisch symmetrischen Punkten angelegt, und zieht sich der Muskel in allen seinen Theilen gleichmässig zusammen, so wird das Gleichgewicht erhalten bleiben. Ist aber die Leistungsfähigkeit des Muskels grösser am negativeren Ende, so verschiebt sich während des Tetanus der Aequator nach diesem Ende hin, da dies stärker an Negativität abnimmt, und die Folge ist ein Strom im Muskel in derselben Richtung. Das Umgekehrte würde der Fall sein, wenn das minder negative Ende das leistungsfähigere sein sollte. Bei geometrisch symmetrisch angelegten Spitzen ist alsdann sogar die Möglichkeit einer positiven Schwankung da.

Auf Störungen dieser Art lassen sich manche der wahrgenommenen Unregelmässigkeiten zurückführen. Doch kommen auch welche vor, für die kein solcher Grund sich angeben lässt. Eine Gesetzmässigkeit ist mir darin bisher nicht aufgefallen. Diese Abweichungen rühren vielleicht daher, dass im Muskel Strecken oder auch Fasergruppen grösserer und kleinerer Leistungsfähigkeit aneinander grenzen, deren Dasein so sich verräth.

Beim Anlegen der einen Thonspitze an die myopolare

Nervenstrecke, der anderen an einen dem Nerveneintritt benachbarten Punkt des Muskelumfanges, habe ich auffallend oft eine kleine Schwankung in dem Sinn entstehen sehen, dass der Nerv positiver wurde, gleichviel ob der Punkt des Muskelumfanges höher, oder tiefer als der Nerveneintritt, oder in gleicher Höhe lag.

§ III. Erscheinungsweise der negativen Schwankung bei Ableitung des Stromes vom natürlichen Querschnitt. Vom relativ grösseren Betrage der negativen Schwankung bei natürlichem Querschnitt.

Verschieden von der bisher beschriebenen ist die Erscheinungsweise der negativen Schwankung, wenn bei übrigens unveränderter Anordnung des Versuches, die Enden des Muskels nicht zuvor wärmestarr gemacht oder sonst ihrer parelektronomischen Schicht beraubt werden. Wir betrachten zunächst den Fall, wo der Strom vom natürlichen Längs- und Querschnitt regelmässiger Muskeln abgeleitet wird.

Das Erste, was dabei auffällt, ist der im Verhältniss zum Strom in der Ruhe grössere Betrag der Schwankung. Ist nicht compensirt, so stellt sich die Schwankung oft als Umkehr des Stromes dar, d. h. sie führt den Faden auf die der ursprünglichen Ablenkung entgegengesetzte Seite des Nullpunktes. Bei Abwesenheit sowohl von Ladungen der Elektroden als von Schwingungen des Magnetes genügt nämlich jetzt das Erscheinen des Fadens jenseit des Nullpunktes, um den Thatbestand der Stromumkehr festzustellen. (Vergl. oben S. 518.) Auch sieht man einen negativen Ausschlag erfolgen, wenn der Muskel wegen Parelektronomie ursprünglich ganz unwirksam ist; dann ist im Vergleiche zum ursprünglichen Strome die Schwankung sogar unendlich gross. Auch wenn der Muskel wegen Parelektronomie schon in der Ruhe negativ wirkt, ist der Ausschlag absolut negativ, so dass er als relativ positiver sich darstellt. (Vergl. oben S. 523.)

Dies sind im Wesentlichen dieselben Erfahrungen, die ich am Gastroknemius schon früher beschrieb, und auf Gründe hin,

welche wir noch näher zu prüfen haben werden, dahin deutete, „dass die parelektronomische Schicht keinen Antheil nimmt an dem Molecularmechanismus der Zusammenziehung“[1]), eine Folgerung, die ich später, in der zweiten Abtheilung des zweiten Bandes meiner „Untersuchungen“[2]), weiter entwickelte. Ich zeigte insbesondere, dass die negativen Wirkungen, die man von stark parelektronomischen Gastroknemien im Tetanus erhält, nichts bedeuten für die Frage, ob bei der Zuckung der Muskelstrom nur abnehme, oder Null werde, oder sich umkehre; der Frage, wie man es ausdrücken kann, nach der Länge der Zähne der kammförmigen Curve oder Ktenoïde, die den zeitlichen Verlauf des Stromes während des Tetanus darstellt. Sie bedeuten dafür nicht mehr als die negativen Wirkungen, die man erfolgen sieht, wenn man den Strom eines mit künstlichem Querschnitt aufliegenden Muskels durch einen fremden Stromzweig compensirt hat, und nun tetanisirt. Die dem Strome vom Längsschnitt durch den Bogen zum Querschnitt entgegenwirkenden Kräfte der parelektronomischen Schicht spielen nach meiner damaligen Auffassung, insofern sie beim Tetanus beständig bleiben, einfach die Rolle jenes fremden Stromes.

Im Jahr 1847 hatte Matteucci, unfähig, seinen Widerspruch gegen den elektrischen Ursprung der secundären Zuckung und seine Hypothese einer neuen, eigenartigen Fernwirkung erregter Nerven länger aufrecht zu erhalten, die von Hrn. Becquerel, dem Vater, herrührende Vermuthung einer die Zuckung begleitenden elektrischen Entladung sich angeeignet[3]). Von diesem Standpunkt aus bekämpfte er meine Lehre von einer negativen Schwankung des Muskelstromes als Ursache der secundären Zuckung. Anfänglich sah er darin nichts als eine ihm dunkle Hypothese. Später lernte er den Versuch anstellen, und nun bestritt er die in meinem Werk enthaltene Angabe, dass die negative Schwankung noch einen erheblichen

1) Monatsberichte der Akademie, 1851. S. 396; — Die Fortschritte der Physik in den Jahren 1850 und 1851 u. s. w. Berlin 1855. S. 765.

2) A. a. O. 1860. S. 147. 148.

3) Vergl. Untersuchungen u. s. w. 1849. Bd. I. Abth. I. S. 117.

Bruchtheil der ursprünglichen Kraft bestehen lasse. Ich hatte dies dadurch bewiesen, dass ich den Multiplicatorkreis erst nach Beginn des Tetanus schloss, wobei stets noch ein positiver Ausschlag erfolgte[1]). Durch diese Versuchsweise umging ich die Schwierigkeit, welche für Beantwortung der Frage nach dem Betrag der Schwankung aus der Polarisation der Elektroden entsprang. Als Matteucci mit dieser Frage sich befasste, bedurfte er des von mir angewandten Kunstgriffes nicht mehr, denn nun waren die unpolarisirbaren Elektroden bereits erfunden. Er tetanisirte daher einfach vom Nerven aus Gastroknemien oder auch ganze Oberschenkel vom Frosche, von denen er den Strom mittels eines dem menigen nachgebildeten Verfahrens ableitete. Matteucci fand so, dass die Muskeln im Tetanus stärker negativ, als in Ruhe positiv wirkten, und schloss daraus, dass die Zuckung von einer am Gastroknemius und Oberschenkel des Frosches absteigenden Entladung begleitet sei. Er wurde in dieser Meinung bestärkt durch die Wahrnehmung, dass, wenn man den Nerven eines stromprüfenden Schenkels A auf einen stromprüfenden Schenkel B lagert, im Augenblick des Hinbettens häufig keine Zuckung erfolgt, während doch A bei Zuckung von B secundär zuckt. Mein Ergebniss aber erklärte Matteucci durch die Annahme, es sei, wenn ich den Multiplicatorkreis während des Tetanus schloss, die Wirkung des Tetanus auf den Strom schon soweit gesunken, dass ich wieder einen positiven Ausschlag erhielt.[2])

[1]) In der ersten Auflage seines Lehrbuches der Physiologie des Menschen (Erlangen 1865), S. 467, schreibt Hr. Wundt diesen Versuch Hrn. Joh. Ranke zu, der ihn in diesem Archiv 1862, also beiläufig dreizehn Jahre nachdem ich ihn in meinem Werke gedruckt hatte, mitgetheilt haben soll. Hier steht Hrn. Ranke's Abhandlung über Hrn. Moleschott's angebliche positive Schwankung des Nervenstromes beim Tetanisiren, aber nichts auf jenen Versuch Bezügliches. Da Hr. Wundt zugleich meine Bemerkung über positive Schwankung des Nervenstromes aus dem Jahrgang 1861 des Archivs anführt, so liegt sicher Verwechselung eines Citats in seinem Collectaneum vor.

[2]) Folgendes sind einige der Stellen, an denen Matteucci seine Versuche und Meinungen über diesen Punkt veröffentlicht hat: Comptes rendus etc. 1856. t. XLII. p. 651; — t. XLIII. p. 231. 1053.

Hr. Cima[1]) und Hr. de la Rive[2]) pflichteten Matteucci bei; und auch in Deutschland wussten die Berichterstatter nicht sich zurechtzufinden und den vermeintlichen Widerspruch zwischen Matteucci's und meinen Angaben zu erklären.[3])

Es war aber in Wirklichkeit gar kein Widerspruch da. Meine erste Angabe vom Jahr 1849, also aus einer Zeit stammend, wo die Parelektronomie des natürlichen Querschnittes noch unbekannt war, bezog sich auf den mit natürlichem Querschnitt aufliegenden, nicht parelektronomischen, oder auf den mit künstlichem Querschnitt aufliegenden Muskel, und die Messungen des vorigen Paragraphen zeigen, dass ich mich dabei nicht getäuscht hatte, dass vielmehr der Tetanus unter diesen oder wenigstens sehr ähnlichen Umständen über die Hälfte der Kraft bestehen lässt. Meine zweite Mittheilung vom Jahr 1851, welche in der Abhandlung über Parelektronomie,

---

— L'Institut etc. t. XXIV. No. 1178. p. 266; — No. 1197. p. 427. — Archives des Sciences physiques et naturelles. 1856. t. XXXII. p. 22; — XXXIII. p. 63; — 1859. N. S. t. IV. p. 93. 95. — Philosophical Transactions etc. 1857. p. 136. — Proceedings of the Royal Society. vol. X. p. 344. — Philosophical Magazine etc. 4th Series. 1856. vol. XI. p. 461; — 1857. vol. XIII. p. 454; — 1860. vol. XX. p. 388. — Il Nuovo Cimento ec. 1856. t. IV. p. 177; — 1861. t. XIII. p. 137. — Lezioni di Elettro-Fisiologia. Corso dato nell' Università di Pisa nell' anno 1856 ec. Torino 1856. p. 82; — Corso di Elettro-Fisiologia in sei Lezioni date in Torino ec. Torino 1861. p. 136.

[1]) Antonio Cima, Ricerche intorno ad alcuni punti di Elettro-Fisiologia. Bologna 1858. 4° (Estratta dal Tomo IX. delle Memorie dell' Accademia delle Scienze p. 5. 131) p. 68 e seg.; — Nuovo Cimento ec. 1859. vol. X. p. 389; — 1860. vol. XI. p. 99. 178.

[2]) Traité d'Electricité théorique et appliquée. t. III. Paris 1858. p. 588. 589.

[3]) Meissner, Bericht über die Fortschritte der Anatomie und Physiologie im Jahre 1856. In Henle's und Pfeufer's Zeitschrift u. s. w. 1857. 3. R. Bd. I. S. 382. — Rosenthal, Fortschritte der Physik im Jahre 1858. Berlin 1860. Bd. XIV. S. 536; — Fortschritte im Jahre 1860. Berlin 1862. Bd. XVI. S. 536. — Vergl. auch die unzulänglichen Betrachtungen Hrn. Chauveau's in Brown-Séquard's Journal de la Physiologie etc. 1860. t. III. p. 519. 550.

wie es scheint, zu sehr versteckt war, bezog sich ausdrücklich nur auf den mit natürlichem Querschnitt aufliegenden, stark parelektronomischen Muskel. Matteucci bekam bei seinen nicht hinreichend vervielfältigten Versuchen nur das letztere Verhalten zu sehen, und legte diesem irrthümlich eine ihm nicht zukommende allgemeine Bedeutung bei. Seine Erklärung des von mir beobachteten positiven Ausschlages beim Schliessen des Kreises nach begonnenem Tetanus ist schon darum falsch, weil das Schliessen innerhalb eines Bruchtheiles einer Secunde nach dem Beginn des Tetanus geschah, zu einer Zeit also, wo von Abnahme des Tetanus die Rede noch nicht sein kann. Gewiss erfolgt oft secundäre Zuckung bei Lagen des secundär erregten Nerven auf dem primär zukkenden Muskel, in die der Nerv gebracht werden konnte, ohne durch den Strom des ruhenden Muskels erregt zu werden. Allein dies erklärt sich leicht theils aus der grossen Geschwindigkeit, mit der die negative Schwankung eintritt, theils daraus, dass auch ein durch Parelektronomie in der Ruhe stromloser Muskel im Tetanus negativ wirksam wird.

Damit ist der, wie man sieht, nur auf Missverständniss beruhende Anstoss beseitigt, der so lange hier bestand. Dass dies nicht schon in der 1860 erschienenen Abtheilung meines Werkes geschah, da Matteucci mit seiner Einrede doch bereits 1856 hervortrat, kam daher, dass 1856 die Bogen des Werkes, auf denen dieser Gegenstand besprochen wird, schon gedruckt waren.

Jetzt aber ist hier noch etwas Anderes von grosser Wichtigkeit zu bemerken. Meine älteren Versuche waren ausschliesslich am M. gastroknemius angestellt. Durch einen eigenthümlichen Zufall ist jedoch, wie ich seitdem erkannte, der Gastroknemius untauglich, um daran etwas über die negative Schwankung am Muskel mit natürlichem Querschnitt oder am parelektronomischen Muskel auszumachen. Er ist so beschaffen, dass die oben S. 535. 536 beschriebenen Erscheinungen an ihm die Folge sein können der Parelektronomie, und die ihnen bisher beigelegte Bedeutung haben können, dass sie möglicherweise aber auch ganz anders zu erklären sind. Die Umstände,

auf denen dies beruht, finden sich in meiner Abhandlung „Ueber den Einfluss körperlicher Nebenleitungen auf den Strom des M. gastroknemius des Frosches“ [1]) ausführlich dargelegt.

Dort habe ich gezeigt, dass der von Haupt- und Achillessehne abgeleitete Strom des ruhenden unversehrten Gastroknemius die algebraische Summe von vier Componenten ist. Diese sind: 1. der Neigungsstrom des Achillesspiegels, wie er ohne parelektronomische Schicht wäre; seine aufsteigende Kraft nennen wir $+ n_a M_a$, wo $n_a < 1$ die Schwächung ausdrückt, welche diese Kraft in Folge der Nebenschliessung durch die Muskelmasse erfährt; 2. der Neigungsstrom der parelektronomischen Schicht desselben Spiegels; seine absteigende Kraft nennen wir $- n_a P_a$; 3. der Neigungsstrom des Kniespiegels, wie er ohne parelektronomische Schicht wäre; seine absteigende Kraft nennen wir $- n_k M_k$, wo $n_k < n_a$ die Schwächung ausdrückt, welche diese Kraft in Folge der Nebenschliessung durch die Muskelmasse erfährt; 4. der Neigungsstrom der parelektronomischen Schicht desselben Spiegels; seine aufsteigende Kraft nennen wir $+ n_k P_k$. Die Gesammtwirkung des Gastroknemius ist daher

$$S = n_a (M_a - P_a) - n_k (M_k - P_k).$$

Nach unseren früheren Voraussetzungen war $M_k - P_k = 0$; die Wirkung des Kniespiegels wurde vernachlässigt. Wenn dann $S \gtreqless 0$ war, musste $M_a \gtreqless P_a$ sein, und wenn beim Tetanisiren der Muskel negativ wirksam, oder stärker negativ wirksam wurde, so liess dies keine andere Deutung zu, als dass M_a stärker abnahm als P_a. Wenn es in den damaligen, vergleichsweise rohen Versuchen schien, als sei die negative Schwankung mit natürlichem Querschnitt so gross wie mit künstlichem, so musste geschlossen werden, wie ich wirklich schloss, dass M_a allein abnehme, P_a aber beständig bleibe.

Wie man sieht, ist jetzt noch eine andere Möglichkeit da. S kann von Null aus negativ, oder wenn es schon negativ ist, negativer werden, nicht allein dadurch, dass $M_a < P_a$ wird, oder dass M_a im Vergleich zu P_a abnimmt, sondern auch da-

1) Dies Archiv, 1871. S. 561.

durch, dass bei positiv bleibendem Werthe von $M_a - P_a$ der Werth von $M_k - P_k$ relativ grösser wird. Die absolut negative Schwankung beim Tetanisiren des Gastroknemius beruht also vielleicht nur darauf, dass, während M_a und P_a für sich, M_k und P_k auch für sich in demselben Verhältniss an der Schwankung sich betheiligen, aus irgend einem Grunde M_k, P_k zusammen dies in geringerem Verhältniss thun als M_a, P_a. Mit anderen Worten, es würde einfach im Tetanus der absteigende Kniespiegelstrom dem aufsteigenden Achillesspiegelstrom obsiegen.

Es musste also hier nunmehr derselbe Schritt geschehen, wie in der Lehre von der Parelektronomie. Die am Gastroknemius beobachtete Positivität des natürlichen Querschnittes bei hoher Parelektronomie erschien zweifelhaft, sobald erkannt worden war, dass man es im Gastroknemiusstrom, auch ohne Parelektronomie, zu thun habe mit dem Unterschied eines auf- und eines absteigenden Stromes. Die Entscheidung, und zwar im Sinne der früheren Lehre, welche also unerschüttert blieb, wurde dadurch herbeigeführt, dass die Beobachtung des in der Parelektronomie positiven natürlichen Querschnittes, statt am Gastroknemius, an einem regelmässigen Muskel angestellt wurde. Denselben Weg haben wir, wie gesagt, auch hier zu beschreiten. Durch die in das Zustandekommen des Stromes zwischen Haupt- und Achillessehne gewonnene Einsicht ward zweifelhaft, ob die absolut negative Schwankung des bereits negativ wirksamen Gastroknemius den ihr bisher zugeschriebenen Sinn habe. Wir müssen also suchen, diese Erscheinung in eindeutiger Gestalt am natürlichen Querschnitt regelmässiger Muskeln zu beobachten.

Auf den Gebrauch des M. gracilis müssen wir dabei verzichten, weil, früheren Auseinandersetzungen gemäss, Positivität seiner sehnigen Enden gegen natürlichen Längsschnitt nicht vorkommt[1]). Dagegen können wir uns für unseren gegenwärtigen Zweck des M. sartorius sehr wohl bedienen. Positivität des einen seiner Enden, namentlich des unteren Zipfels, gegen natürlichen Längsschnitt, ist eine gewöhnliche Erscheinung;

[1]) Dies Archiv, 1871. S. 582.

aber auch Positivität seiner beiden Enden zugleich kommt nicht selten vor. Vor dem Cutaneus, an dem dies auch der Fall ist, zeichnet aber den Sartorius der Parallelismus seiner Bündel, so wie der Besitz eines sicher darstellbaren, wenn auch zarten Nerven aus[1].

Die Art, diesen Nerven in Verbindung mit dem Muskel zuzurichten, ist von Hrn. Kühne in diesem Archiv, 1859, S. 317—319, ausführlich beschrieben. Ich änderte für meinen Zweck sein Verfahren dahin ab, dass ich zuerst den unteren spitzen Zipfel des Muskels unterhalb des Ansatzes der letzten Fleischbündel mit einem Faden umschnürte, mittels dessen ich den Zipfel, ohne ihn zu berühren, handhaben und befestigen konnte: da es mir vor Allem darauf ankam, den natürlichen Querschnitt nicht zu verletzen. Die Immobilisirung des Muskels geschah auf einer gefirnissten Korkplatte. Durch die kurze breite dünne obere Sehne stach ich gläserne Nadeln (S. oben S. 524). Der Faden am unteren Zipfel des Muskels wurde in einen Schnitt am Rande der Korkplatte geklemmt, und es war mit seiner Hülfe leicht, dem schwachen Muskel die geeignete Spannung zu geben.

Jetzt wurde die eine Thonspitze dem Längsschnitt, die andere dem sehnigen Ende angelegt. Beim Tetanisiren des Nerven erfolgte negative Schwankung; und wenn der Strom Null oder verkehrt, d. h. das sehnige Ende neutral oder positiv gegen Längsschnitt erschien, war die Schwankung relativ positiv und absolut negativ, so dass der früher auf die Versuche am Gastroknemius gegründete Schluss bestätigt schien.

Hier aber gilt es nunmehr die gleiche Vorsicht zu beob-

---

1) Um die immerhin mühsame Zurichtung dieses Nerven entbehrlich zu machen, versuchte ich Sartorien unmittelbar dadurch zu tetanisiren, dass, während sie von einem natürlichen Ende abgeleitet wurden, ich am anderen Ende künstlichen Querschnitt anlegte, und diesen Ammoniakdämpfen aussetzte. Es stellten sich aber dabei verwirrende Umstände ein, welche mich zum Aufgeben dieses Verfahrens um so mehr bestimmten, als, wie die nächste Folge lehren wird, Versuche an nur einem der beiden natürlichen Enden eines Muskels hier nicht volle Beweiskraft haben.

achten wie in Bezug auf die Parelektronomie selber. In der mehrfach angeführten Abhandlung machte ich aufmerksam darauf, dass scheinbare Positivität eines Ende sallein gegen Längsschnitt nicht ausreiche, um in aller Strenge darauf die Behauptung der Stromumkehr zu gründen. Die Positivität kann daher rühren, dass das beobachtete Ende A neutral oder nur wenig negativ, das andere Ende B aber sehr stark negativ ist[1]). So auch hier. Die scheinbar relativ positive Schwankung könnte darauf beruhen, dass der Strom des Endes B beim Tetanus weniger abnähme als der des Endes A. Um diesen Verdacht zu entkräften, muss an beiden Enden desselben Sartorius relativ positive Schwankung des verkehrten Stromes, d. h. absolut negative Schwankung beobachtet werden.

Diese Beobachtung gelang vollkommen[2]), und der Verlauf der Untersuchung ist also hier der gleiche gewesen, wie in der Lehre von der Parelektronomie. Die Behauptung, dass in der Parelektronomie der natürliche Querschnitt positiv gegen den Längsschnitt werde, und die Behauptung, dass in demselben Zustand die negative Schwankung als relativ positive, absolut negative erscheine, gründeten sich beide auf Beobachtungen am Gastroknemius. Die Beweise für beide wurden durch die später gewonnene Einsicht in das Zustandekommen des Gastroknemiusstromes, wie sie in der angeführten Abhandlung dargelegt sich findet, erschüttert. Aber diese Beweise

1) S. a. a. O. S. 592.

2) Beispiel. Sartorius. Die eine Spitze unverrückt am elektromotorischen Aequator, der mit dem geometrischen Aequator nahe zusammenfällt. Mit der anderen Spitze am unteren Zipfel — 65 ^{cgr} absteigend. Tetanus: — 20 ^{sc} absolut negativen, relativ positiven Ausschlages. Mit derselben Spitze am oberen Ende — 58 ^{cgr} aufsteigend. Tetanus: — 25 ^{sc} relativ positiven, absolut negativen Ausschlages. Faden kehrt beim Nachlass des Tetanus wegen Nachwirkung, und weil der Strom des ruhenden Muskels aus unbekanntem Grunde wächst, nur unvollständig zurück; bei erneutem Tetanisiren 12 ^{sc} ebenso gerichteten Ausschlages. Nun wird dies Ende mit Kreosot geätzt. Es entsteht ein absteigender Strom von + 225 ^{cgr}, beim Tetanus ist der Ausschlag relativ und nach wie vor absolut negativ, aber er beträgt — 45 ^{sc} weil es um künstlichen Querschnitt sich handelt (S. unten S. 546).

erhielten für beide ihre Sicherheit zurück, indem sie auf die formell einander entsprechenden Beobachtungen an regelmässigen Muskeln gestützt wurden.

§. IV. Erscheinungsweise der negativen Schwankung bei Ableitung des Stromes vom natürlichen Querschnitt. Fortsetzung. Von ferneren Eigenthümlichkeiten dieser Erscheinungsweise, und insbesondere vom absolut kleineren Betrage der negativen Schwankung bei natürlichem Querschnitt.

Wir fahren nun in der Untersuchung der negativen Schwankung bei Ableitung des Stromes vom natürlichen Querschnitt fort. Die folgenden Versuche sind wieder am Gracilis nach den oben beschriebenen Methoden angestellt.

Als erste Eigenthümlichkeit der negativen Schwankung bei natürlichem Querschnitt haben wir im vorigen Paragraphen ihren relativ grösseren Betrag erkannt, womit es zusammenhängt, dass sie als absolut negative auftreten kann.

Eine zweite Besonderheit, welche sogleich auffällt, wenn man die negative Schwankung am unversehrten Muskel beobachtet, ist die vergleichsweise stärkere Nachwirkung und deren grössere Dauer[1]. Die Nachwirkung kann hier die Hälfte der Schwankung betragen, ja es kommen ziemlich oft Fälle vor, welche unten noch weiter besprochen werden, wo beim Aufhören des Tetanus der Strom kaum merklich wieder zunimmt, und nach einer Ruhepause nur unverhältnissmässig kleine negative Schwankung erfolgt. Nichts ist häufiger, als einen stark parelektronomischen Muskel, der entweder nur schwach positiv wirkte, oder ganz unwirksam war, durch Nachwirkung zeitweise negativ wirksam werden zu sehen. Wird er dann von Neuem tetanisirt, so stellt sich die absolut negative Schwankung als relativ positive dar, gleich als wäre der Muskel wegen hoher Parelektronomie negativ wirksam.

---

1) Nach dem hier Gesagten sind die Angaben in meinen „Untersuchungen“ Bd. II. Abth. II. S. 154 zu ergänzen und hier und da zu berichtigen.

Eine dritte Eigenthümlichkeit der negativen Schwankung vom natürlichen Querschnitt aus bezieht sich auf den Verlauf der Schwankung. Selten sieht man hier, wie es bei künstlichem Querschnitt der Fall ist, den Faden stetig, erst geschwinder, dann langsamer, der neuen Gleichgewichtslage zueilen. Meist ist die Bewegung des Fadens eine stossweise; er geht vorwärts, etwas zurück, abermals vorwärts, nochmals zurück, oder er steht eine Weile still, und erst nach mehreren Secunden entschliesst er sich gleichsam noch eine grössere oder geringere Strecke langsam fortzuschreiten.

Aber diese Besonderheiten treten sämmtlich an Bedeutung zurück gegen eine vierte, welche sich mit Sicherheit jedoch nur beobachten lässt, wenn man am nämlichen Muskel die negative Schwankung zuerst bei natürlichem, dann bei künstlichem Querschnitt untersucht.

Zerstört man die parelektronomische Schicht am Querschnitt, indem man mit einem Pinsel Kreosot oder Säure auf das sehnige Ende streicht, compensirt auf's Neue, und tetanisirt nun, so ist mit einem Male die negative Schwankung auffallend geändert.

Erstens geht jetzt der Faden ohne Zögern, stetig und im Ganzen viel schneller dem negativen Maximum entgegen.

Zweitens ist die Nachwirkung flüchtiger und im Vergleich zur negativen Schwankung kleiner geworden. Zum Theil kann dies freilich seinen Grund darin haben, dass sie durch das noch andauernde Wachsen des Stromes unter dem Einfluss des Aetzmittels verdeckt wird. Doch reicht dieser Umstand nicht aus, um den grossen, oft in dieser Beziehung bemerkbaren Unterschied zu erklären.

Drittens ist die negative Schwankung relativ, d. h. im Vergleich zum Strome des ruhenden Muskels kleiner geworden. Wie wir sahen, beläuft sie sich bei künstlichem Querschnitt auf höchstens 0·4 der Kraft, während bei natürlichem Querschnitt sie nicht bloss unter Umständen den Strom des ruhenden Muskels, der ja Null sein kann, unendlich übertrifft, sondern auch, wenn dieser Strom verkehrt ist, als relativ positive Schwankung erscheint.

Diese drei Veränderungen der negativen Schwankung durch Aetzen des sehnigen Endes liessen nach dem Vorigen sich vorhersehen. Es zeigt sich nun aber auch noch viertens, und dies ist ein Punkt von grosser Bedeutung, dass die negative Schwankung bei künstlichem Querschnitt die Schwankung bei natürlichem Querschnitt regelmässig, und oft sehr beträchtlich, an absoluter Grösse übertrifft. Mit anderen Worten, nach dem Aetzen beträgt die negative Schwankung einen kleineren Bruchtheil eines so viel stärkeren Stromes, dass sie selber dabei bedeutend wächst[1]).

Es versteht sich, dass bei diesen Versuchen die Thonspitzen am Muskel und am Nerven und die Nebenrolle auf ihrem Geleise unverrückt bleiben. Es wird an der Anordnung nichts geändert, als dass der innerhalb der Streckvorrichtung leicht zugängliche natürliche Querschnitt mit Kreosot oder Säure bestrichen wird. Nicht einmal das Thonschild oder die Thonspitze am Knochenstück wird verschoben.

Es ist auch nicht daran zu denken, die Verstärkung der negativen Schwankung einer Veränderung des Widerstandes durch die ätzende Flüssigkeit zuzuschreiben. Dazu ist erstens die Wirkung zu beträchtlich; zweitens wäre nicht einzusehen, weshalb das Verhältniss der Schwankung zur ursprünglichen Stromkraft sich ändert; drittens müsste die Säure viel stärker wirken als das Kreosot, da dieses doch nur durch die unter ihm absterbende Schicht im gleichen Sinn wie die Säure wirken könnte; endlich viertens die Säure sowohl wie die unter dem

---

1) Beispiel. Gracilis. Die eine Spitze am Aequator des Längsschnittes, die andere am unteren Knochenstück; aufsteigende Stromkraft 114 cgr. Tetanus: – 157 sc, Nachwirkung – 80 sc. Der Faden bleibt auf – 68 sc stehen. Wieder compensirt bei 70 cgr. Tetanus: – 112 sc, Nachwirkung – 40 sc. Zum dritten Male compensirt bei 51 cgr. Nun Kreosot: 334 cgr. Tetanus: – 230 sc. Nachwirkung nicht verzeichnet, weil das Kreosot noch entwickelnd wirkt. Wieder compensirt bei 414 cgr. Tetanus: – 270 sc.

Am oberen Ende desselben Muskels: Absteigende Kraft 36 cgr. Tetanus: – 82 sc, Nachwirkung – 22 sc. Wieder compensirt bei 28 cgr. Tetanus: – 42 sc. Kreosot: 361 cgr. Tetanus: – 129 sc, Nachwirkung nicht sicher aufzufassen. Abermals compensirt bei 400 cgr. Tetanus: – 66 sc.

Kreosot absterbende Schicht könnte nur als Nebenschliessung in Betracht kommen, also die Schwankung nur schwächen, nicht sie verstärken.

Auch indem man das Muskelende wärmestarr macht, erhält man denselben Erfolg wie beim Anätzen. Der Versuch ist aber minder sicher, weil es dabei nöthig wird, den Muskel aus der Streckvorrichtung zu entfernen und ihn wieder hinein zu bringen, da denn auch die Thonspitzen vom Muskel und Nerven abgehoben und ihnen neu angelegt werden müssen. —

Bei Ableitung des Stromes von anderen Punkten des unverletzten Gracilis, als dem natürlichen Längs- und Querschnitt, stösst man auf noch mehr Unregelmässigkeiten, als nachdem seine beiden Enden wärmestarr gemacht wurden. Dies erklärt sich leicht aus der verschiedenen Parelektronomie beider Enden.

Wird der Strom von beiden Enden abgeleitet, wobei er bald auf- bald absteigend ist, je nachdem das eine oder das andere Ende stärker parelektronomisch ist[1]), so erhält man beim Tetanisiren nicht selten eine positive statt einer negativen Schwankung. Natürlich bedeutet dies nichts, als dass die negative Schwankung des in der Ruhe negativeren natürlichen Querschnittes kleiner ist als die des in der Ruhe positiveren. Nach Obigem sollte dies bei gleicher Stärke der Zusammenziehung nicht der Fall sein, und man wird also schliessen müssen, dass in solchen Fällen diese Bedingung nicht erfüllt ist.

Es fällt danach minder auf, dass, nachdem das eine Ende wärmestarr gemacht wurde, die negative Schwankung von diesem Ende aus nicht ausnahmslos obsiegt, sondern manchmal in demselben Sinne zu erscheinen fortfährt, wie vorher. In anderen Fällen wiegt aber die negative Schwankung vom wärmestarr gemachten Ende aus ordnungsmässig vor, in noch anderen sieht man wenigstens, in Folge des Starrmachens des einen Endes, die Schwankung vom anderen Ende aus schwächer werden. Ich glaube daher nicht, dass jene beim ersten Anblick allerdings befremdlichen Abweichungen tiefere Bedeutung haben.

---

1) Ueber das Gesetz des Muskelstromes u. s. w. Dies Archiv, 1863. S. 676. 680—683.

§. V. Untersuchung der Schwankung am Gastroknemius und Triceps femoris des Frosches. Sie stellt sich hier unter Umständen als absolut und relativ positive Schwankung dar.

Wie man leicht bemerkt, nöthigen die im vorigen Paragraphen aufgedeckten Thatsachen dazu, meine frühere Lehre aufzugeben, wonach die parelektronomische Schicht am Molecularmechanismus der Zusammenziehung keinen Theil haben sollte. Die Erörterung darüber, welche Folgerung aus dem jetzigen Thatbestande zu ziehen und an Stelle jener zu setzen sei, versparen wir auf eine spätere Stelle. Hier wird es zunächst zweckmässig sein, von einigen anderen Erfahrungen in diesem Gebiete Kenntniss zu nehmen, welchen, obschon mit Unrecht, eine grundlegende Bedeutung zugeschrieben und ein grosser Einfluss auf die theoretischen Vorstellungen eingeräumt worden ist.

Wir wollen nämlich jetzt an die Erforschung des elektromotorischen Verhaltens unregelmässiger Muskeln, wie des Gastroknemius und Triceps femoris, im Tetanus gehen. Erinnert man sich der zusammengesetzten Art, wie nach meinen Ermittelungen der Strom dieser Muskeln bereits in der Ruhe zu Stande kommt, so kann man im Voraus urtheilen, wie verwickelt der Vorgang bei der Schwankung an ihnen sich gestalten müsse, und wie wenig sie geeignet seien, um daran grundlegende, für andere Muskeln maassgebende Erfahrungen über jenen Vorgang zu sammeln. Der Einfachheit halber rede ich zunächst nur vom Gastroknemius.

Vor Allem muss noch hier eine Lücke ausgefüllt werden. Nach Entdeckung der Neigungsströme habe ich den Gastroknemius einem natürlichen Muskelrhombus verglichen, dessen einer schräger Querschnitt in der Längsmittelebene zusammengefaltet sei. Daraus ergab sich die Erklärung des elektromotorischen Verhaltens des ruhenden Gastroknemius[1]). Der Erforschung des elektromotorischen Verhaltens des zusammenge-

1) Dies Archiv, 1863. S. 601; — 1871. S. 561.

zogenen Gastroknemius muss daher füglich die Ermittelung vorausgehen, wie ein künstlicher Muskelrhombus im Tetanus elektromotorisch wirke.

Vor dem Versuch hielt ich diese Ermittelung für unausführbar, und war angenehm überrascht, als ich im Gegentheil dabei auf kein namhaftes Hinderniss traf. Aus dem mit seinem Nerven versehenen M. gracilis grosser Frösche schnitt ich Muskelrhomben, deren Mitte etwa mit dem Hilus zusammenfiel, und befestigte sie auf eine gefirnisste Korkscheibe mit vier gläsernen Nadeln, die ich durch die beiden stumpfen und die beiden spitzen Rhombusecken stiess. Dem Rhombus legte ich Thonspitzen als Enden des Bussolkreises an, während der Nerv auf zwei anderen Thonspitzen ruhte, die ihm die tetanisirenden Ströme zuführten. Die Kraft, mit welcher der Rhombus im Tetanus seine Gestalt zu verändern strebte, war so klein, und die Befestigung durch die vier Nadeln so ausreichend, dass die Ableitung des Stromes nicht merklich durch Verschiebung unter den Thonspitzen gestört wurde. Es zeigte sich, dass in den verschiedensten Lagen der Thonspitzen am Rhombus beim Tetanisiren regelmässig rein negative Schwankung erfolgte, deren Grösse im Allgemeinen mit der ursprünglichen Stromstärke gleichen Schritt hielt. Insbesondere war dies auch der Fall bei dem scheinbar gesetzwidrigen Strome vom schrägen Querschnitt in der Nähe einer stumpfen zum Längsschnitt in der Nähe einer spitzen Rhombusecke[1]). Die negative Schwankung trug dasselbe Gepräge wie die zwischen Längsschnitt und künstlichem Querschnitt, im Gegensatz zu der zwischen Längsschnitt und natürlichem Querschnitt, d. h. sie entwickelte sich schnell und stetig zu voller Grösse, und hinterliess eine verhältnissmässig kleine Nachwirkung (S. oben S. 544. 545.). Dies ist ein Beweis mehr dafür, dass die in den künstlichen Neigungsströmen thätigen elektromotorischen Kräfte dieselben sind, wie die zwischen Längsschnitt und künstlichem Querschnitt, und es ist so ein Uebergang gebahnt zur Erforschung tetanisirter natürlicher Muskelrhomben.

---

1) Dies Archiv, 1863. S. 567.

Bei Beobachtungen über negative Schwankung am Gastroknemius ist stets der Muskel in einer Streckvorrichtung, gewöhnlich in der sogenannten kleinen, mässig ausgespannt zu denken. Ich habe bereits oben S. 535 daran erinnert, wie nach meinen älteren Wahrnehmungen unverletzte Gastroknemien auf verschiedenen Stufen der Parelektronomie und bei Ableitung des Stromes von Haupt- und Achillessehne im Tetanus sich elektromotorisch verhalten. Es versteht sich, dass man jetzt auch hier die Nachwirkung ohne Weiteres zu sehen bekommt; und ebenso erscheint unter diesen Umständen höchst ausgeprägt der oben beschriebene eigenthümlich stockende oder stossweise vorschreitende Gang des Fadens auf der Theilung.

Benetzt man den Achillesspiegel mit einer entwickelnden Flüssigkeit, Kreosot oder Säure, so wird die negative Schwankung vergleichsweise kleiner, an absoluter Grösse aber nimmt sie mit dem Strome des ruhenden Muskels zu, während die Nachwirkung im Vergleiche zur Schwankung selber, oft auch absolut, abnimmt, ganz wie wir dies an den mit natürlichem Querschnitt im Kreise befindlichen regelmässigen Muskeln erfahren haben. Wie zu erwarten war, fallen übrigens die Wirkungen am Gastroknemius absolut grösser aus, als am Gracilis[1]). Bei dem oben S. 529 beschriebenen Zustande der Bussole kam es vor, dass der Ausschlag beim Tetanisiren im Zustande der Compensation den Faden über die Theilung hinausführte.

In allen diesen Ergebnissen handelt es sich sichtlich um Zustände und Wirkungen des Achillesspiegels. Wenn wir am Gastroknemius beim Tetanus stets bisher eine absteigende Wirkung erfolgen sahen, so kann dies darauf beruhen, dass der Achillesspiegel minder parelektronomisch war als der Kniespiegel, und dass der von letzterem ausgehende, an sich

1) Beispiel. Gastroknemius. In der Ruhe + 77 ^{cgr}. Tetanus: – 170 ^{sc}, Nachwirkung – 140 ^{sc}. Die Kraft in der Ruhe beträgt nur noch + 8 ^{cgr}. Tetanus: – 91 ^{sc}, Nachwirkung – 60 ^{sc}. Der Strom ist umgekehrt, die Kraft jetzt – 16·5 ^{cgr}. Tetanus: – 94 ^{sc}, Nachwirkung – 33 ^{cgr}. Nun Benetzen des Achillesspiegels mit ClH : HO :: 1 : 9. Wie der Strom sich entwickelt, folgweise compensirt bei + 312; + 407; + 461 ^{cgr}. Tetanus: beziehlich – 297; – 352; – 348 ^{sc}, und keine mit der früheren irgend vergleichbare Nachwirkung.

schwächere Stromzweig durch Nebenschliessung stärker geschwächt wird. Ist aber unsere Auffassung der Verhältnisse am Gastroknemius richtig, so müsste es unter Umständen gelingen, dem Gastroknemius beim Tetanus eine aufsteigende statt einer absteigenden Wirkung zu entlocken. Der Kniespiegel sendet in der Ruhe durch den Bussolkreis einen scheinbar im Muskel absteigenden Strom. Negative Schwankung dieses Stromes würde als aufsteigende Wirkung sich kundgeben. Um den Gastroknemius im Tetanus aufsteigend oder bei schon in der Ruhe vorhandenem aufsteigenden Strome stärker aufsteigend wirksam werden zu sehen, wäre nur nöthig, der negativen Schwankung des Kniespiegels die Oberhand zu verschaffen über die des Achillesspiegels. So sahen wir oben S. 547 einen von seinen beiden Enden abgeleiteten, in der Ruhe aufsteigend wirksamen Gracilis im Tetanus scheinbar stärker wirksam werden, oder in positive Schwankung verfallen, dadurch dass die negative Schwankung des oberen Endes die stärkere war, und so das Uebergewicht des unteren Endes noch vergrössert wurde. Um die negative Schwankung des Kniespiegels im Vergleich zu der des Achillesspiegels zu verstärken, bietet sich zunächst der Weg, die Parelektronomie des Kniespiegels herabzusetzen.

Das erste Verfahren, das ich dazu einschlug, bestand darin, dass ich auf früher beschriebene Art den Muskel von der Tibialfläche her längs der sehnigen Scheidewand aufschlitzte. Man erinnert sich, dass ein so behandelter Muskel bei geringer Parelektronomie des Achillesspiegels sehr viel weniger stark positiv wirkt, als vorher, bei grösserer Parelektronomie negativ wirksam wird [1]. Tetanisirt man den Muskel in diesem Zustande, so zieht er sich zuweilen noch ganz gut zusammen. Dabei erhält man zwar nicht rein positive, wohl aber doppelsinnige Schwankung (Vgl. oben S. 523), der Art, dass der Faden zuerst positiv, dann negativ abgelenkt wird [2]. Oft geht dem positiven Ausschlage

1) Dies Archiv, 1863. S. 611. 612; — 1871. S. 562.

2) Beispiel I. Gastroknemius. + 66 cgr. Aufschlitzen: — 296 cgr. Tetanus: + 25 — 86; + 30 - 63; + 25 — 54 sc. Achillesspiegel geätzt: + 450 cgr. Tetanus: — 110; — 72 sc.

noch ein kleiner negativer Ausschlag vorauf, wo dann die Schwankung ihren Sinn zweimal wechselt[1]). Für das Wahrnehmen solcher doppelsinnigen Ausschläge ist der aperiodische Magnet von ganz besonderem Nutzen, weil der Faden durchaus nur unter dem Einflusse des entsprechenden Stromes auf einer bestimmten Seite des Nullpunktes erscheinen kann.

Wird am Achillesspiegel die parelektronomische Schicht zerstört, so erfolgt meist nur noch einsinnige Wirkung, entweder absolut negativ (Beispiel I), oder absolut positiv (Beispiel II); im letzteren Falle pflegt die Wirkung nur sehr klein zu sein.

Das zweite Verfahren, welches ich versuchte, war das der Ueberdehnung. Darunter verstehe ich bekanntlich so starke Dehnung des Muskels, dass seine Bündel zu reissen anfangen. Aus unbekanntem Grunde geschieht dies meist an der Ansatzstelle der Bündel an die sehnige Scheidewand. Die Bündel erleiden hier eine tödtliche Zerrung, und so wird gleichsam subcutan ein mechanischer künstlicher Querschnitt längs der Scheidewand hergestellt[2]). Ein überdehnter Muskel wirkt nicht selten mit grosser Kraft absteigend; mit grösserer als ein aufgeschlitzter, da an ihm beide Flächen der sehnigen Scheidewand in schrägen künstlichen Querschnitt verwandelt sind, am aufgeschlitzten Muskel stets nur die eine. Es war die Frage, ob ein solcher Muskel beim Tetanisiren seines Nerven sich noch zusammenziehen würde. That er dies, so gab vielleicht die Ueberdehnung gleichfalls ein Mittel ab, die negative Schwankung des Kniespiegelstromes sichtbar zu machen.

Dies gelingt wirklich. Das Ueberdehnen geschah mittels der an der erstangeführten Stelle beschriebenen Vorrichtung, welche erlaubt, den Muskel in der feuchten Kammer durch eine mit Zahn und Trieb bewerkstelligte Verschiebung bis

---

1) Beispiel II. Gastroknemius. $+88^{\text{cgr}}$. Tetanus: -122^{sc}, Aufschlitzen: -329^{cgr}. Tetanus: $-7+133-64^{\text{sc}}$; $-3+70-33^{\text{sc}}$ (-8^{sc} Nachwirkung); $-1+53-16^{\text{sc}}$. Achillesspiegel geätzt: $+247^{\text{cgr}}$. Tetanus: $+16$; $+12^{\text{sc}}$.

2) Monatsberichte der Akademie u. s. w. 1867. S. 592. — Dies Archiv, 1872. S. 562.

zum Zerreissen zu dehnen. Ueberdehnte Gastroknemien mit verkehrtem Strome lassen sich oft noch sehr gut vom Nerven aus tetanisiren, und auch so wird der Ausschlag beim Tetanus doppelsinnig, z. B. + 20 – 42^{sc}.

In der Abhandlung: „Ueber den Einfluss körperlicher Nebenleitungen u. s. w.“ habe ich noch ein drittes Verfahren beschrieben, den Kniespiegel wenigstens theilweise in künstlichen Querschnitt zu verwandeln, nämlich auf chemischem Wege. Es genügt, mit einem in Kreosot oder verdünnte Milchsäure getauchten Pinsel einen Strich längs dem Sehnenstreif der Tibialfläche zu ziehen, um sogleich den aufsteigenden Strom zwischen Haupt- und Achillessehne sinken, bei höherer Parelektronomie des Achillesspiegels oft ihn sich umkehren zu sehen. An Wirksamkeit steht zwar dies Verfahren dem Aufschlitzen, vollends dem Ueberdehnen, nach, da die Aetzung nur in geringe Tiefe reicht[1]). Doch gelang es mir auch so, die negative Schwankung des Kniespiegelstromes zum Vorschein zu bringen. Führte ich in der angegebenen Art einen Strich längs dem Sehnenstreif der Tibialfläche, so wurde die vorher rein negative Schwankung doppelsinnig; z. B. + 12 – 17[2]).

Bei dem Ueberdehnen und Anätzen habe ich den kleinen negativen Ausschlag, der beim Aufschlitzen oft dem positiven Ausschlage noch voraufgeht, nicht gesehen.

Aufschlitzen, Ueberdehnen, Anätzen sind bedeutende Verletzungen des Muskels, und man könnte den Verdacht fassen, dass durch solche Verletzung die sonst negative Schwankung positiv werde. Keinem solchen Einwande steht folgende merkwürdige Versuchsweise offen, auf die ich bei meinen Unter-

1) Vergl. dies Archiv, 1871. S. 563.

2) Man kann das Anätzen mit dem Aufschlitzen verbinden, indem man mit dem Pinsel durch den Schlitz fährt, um so auch die nicht vom Schnitt betroffene Fläche der Scheidewand in künstlichen Querschnitt zu verwandeln. Das Valentin'sche Doppelmesser, indem es die Scheidewand zwischen beide Klingen nähme, würde auf deren beiden Flächen künstlichen Querschnitt mechanisch herstellen. Am besten zur völligen Entwickelung des Kniespiegelstromes wäre aber vielleicht der Galvanokauter.

suchungen über den Einfluss körperlicher Nebenleitungen auf den Gastroknemiusstrom ganz natürlich gerieth[1]).

Wird ein Gastroknemius in Thon gehüllt, der mit dreiviertelprocentiger Steinsalzlösung angeknetet ist, oder wird er mit solcher Lösung unmittelbar bestrichen, vollends in sie getaucht, so sinkt nicht bloss, wie vorauszusehen war, der Spannungsunterschied zwischen Haupt- und Achillessehne, sondern wenn der Strom des Muskels wegen Parelektronomie schwach ist, kehrt ihn die angebrachte Nebenleitung um; ist er schon absteigend, so nimmt er in dieser Richtung noch zu. Dies rührt, wie ich zeigte, daher, dass die angebrachten körperlichen Leiter die Nebenschliessung verbessern, welche die Muskelmasse selber für den aufsteigenden Achillesspiegel- und den absteigenden Kniespiegelstrom in Bezug auf den Bussolkreis bildet. Die daraus entspringende Schwächung fällt für jeden der beiden Ströme um so kleiner aus, je besser bereits die Nebenschliessung durch die Muskelmasse ist. Für den in der mittleren Gegend des Muskels gelegenen oberen Theil des Achilles- und unteren Theil des Kniespiegels ist diese Nebenschliessung etwa gleich gross. Für den oberen Theil des Kniespiegels dagegen ist sie grösser als für den unteren Theil des Achillesspiegels. Darum erleidet durch das Anbringen der körperlichen Leiter der Achillesspiegelstrom einen grösseren Verlust als der Kniespiegelstrom, und das Umhüllen mit Thon, Bepinseln mit verdünnter Salzlösung u. d. m. wird so zu einem Mittel, letzteren im Vergleich zu ersterem zu verstärken; einem Mittel, das von den früheren durch seine völlige Harmlosigkeit sich unterscheidet, da es denn mehrmals nach einander auf denselben Muskel angewendet werden kann. Namentlich ist dies aus Gründen, die a. a. O. S. 580 angegeben sind, der Fall mit der Thonumhüllung, daher im Folgenden stets diese Art des Anbringens einer körperlichen Nebenleitung geübt werden wird.

Wie ein Gastroknemius abwechselnd schnell mit Thon zu umkneten, und wieder aus der Thonhülle zu befreien

---

1) Dies Archiv, 1868. S. 376; — 1871. S. 571.

sei, habe ich schon ebendaselbst, S. 577, beschrieben. Es hat gar keine Schwierigkeit, beim Umkneten den Nerven herauszulassen, und von ihm aus den Muskel in der Thonhülle zu tetanisiren. Hat man nun einen stark parelektronomischen Gastroknemius, der in der Hülle, statt schwach aufsteigend, absteigend wirkt, so giebt er im Tetanus statt rein negativer, positive oder doppelsinnige Schwankung, letztere so, dass der negative Ausschlag dem positiven vorhergeht[1]). Es genügt also, dem Kniespiegelstrom, indem man für ihn die Nebenleitung weniger verbessert, vorübergehend die Oberhand über den Achillesspiegelstrom zu verschaffen, um dem Gastroknemius im Tetanus, ebenso vorübergehend, eine zwar noch relativ negative, absolut genommen aber positive Schwankung zu entlocken.

In der fünften Zeile unseres Beispieles fiel auch ohne Thon die Wirkung doppelsinnig aus, vielleicht weil durch Berührung mit dem Thone das Perimysium an Widerstand abgenommen hatte, oder weil noch eine dünne Schicht Thon dem Muskel anhaftete[2]). Vielleicht aber war dies auch der Uebergang zu einem Fall, den ich am Gastroknemius zwar nur selten, desto öfter dagegen am Triceps sah. Dieser Fall, der als fünfte Art erscheint, wie man von diesen Muskeln im Tetanus positive Schwankung erhält, besteht darin, dass der in der Ruhe bereits negativ, oder auch noch positiv wirksame Muskel von selber, ohne jede vorgängige Behandlung, im Tetanus doppelsinnige oder positive Schwankung zeigt.

---

1) Beispiel. Gastroknemius.

1. frei	in Ruhe + 42 cgr.	Im Tetanus	− 91 sc.
2. in Thon	„ „ − 32 „	„ „	− 10 + 21.
3. frei	„ „ + 29 „	„ „	− 40.
4. in Thon	„ „ − 52 „	„ „	+ 21.
5. frei	„ „ + 31 „	„ „	+ 11 − 5;
			− 6 + 3.
6. in Thon	„ „ − 48 „	„ „	+ 13
	u. s. f.		

2) A. a. O. S. 577. 578.

Ich handle jetzt von derselben Versuchsreihe am Triceps. Unter Triceps schlechthin verstehe ich den Kopf dieses Muskels, den Hr. Ecker M. vastus internus nennt, unter Patellaspiegel die dem Achillesspiegel entsprechende Sehnenausbreitung an dessen unterem Ende[1]). Die Präparation dieses Kopfes mit seinem Nerven ist zwar auch umständlich, doch ungleich weniger als die des Gracilis. Beim Abziehen der Haut ist dieselbe Vorsicht zu beobachten wie dort. Darauf spaltet man das Präparat in der Schambeinfuge, und legt die eine Hälfte zurück, da man nicht, wie beim Gracilis, beide Beine braucht, um den Muskel der einen Seite zu gewinnen.

1. Man trennt von unten her Biceps von Triceps, legt von oben her den Ischiadicus bis zum Abgang der Tricepsäste bloss, und zerschneidet ihn unterhalb dieser Aeste.

2. Indem man das stumpfe Scheerenblatt von aussen unter sie bringt, zerschneidet man Vastus externus und Caput longum Ecker, schlägt ihren unteren Theil nach unten zurück, und trennt sie vom Vastus internus ab. Dabei werden etwa die unteren zwei Drittel des inneren Randes unseres Muskels von selber beinahe völlig frei, und die Nervenäste zu jenen Köpfen mit abgeschnitten.

3. Nun wird der Nerv bis zum Hilus präparirt, der am Triceps nicht, wie am Gastroknemius, hoch oben am Kopfe, sondern etwa an der Grenze des oberen und mittleren Drittels des Muskels liegt. Nachdem der Nerv zusammengefaltet dort in Sicherheit gebracht ist, zerschneidet man unter der Tricepssehne den Oberschenkel dicht über dem Knie, und macht, indem man des Unterschenkels als Handhabe sich bedient, den Muskel bis zum Hüftgelenk vollends frei. Darauf bleibt nur noch übrig, die Knochenstücke zuzuschneiden und zu reinigen.

Obwohl äusserlich dem Gastroknemius ähnlich, und wirklich nach gleichem Schema gebaut, unterscheidet sich der Triceps, wie ich kürzlich zeigte, vom Gastroknemius doch in wesentlichen Punkten. Die Scheidewand des Gastroknemius

---

1) Die Anatomie des Frosches u. s. w. S. 112. — Vergl. dies Archiv, 1863. S. 613. — Monatsberichte u. s. w. 1872. S. 797. Anm. 31.

ist an ihm auf einen oberflächlichen, die Femoralfläche der Länge nach hälftenden Sehnenfaden reducirt, der nur einen zarten Saum in die Tiefe schickt. An diesen Faden mit seinem Saum, und an die sehnige Masse am Muskelkopfe, heften sich die Spitzen der nach meiner Beobachtung pyramidal gestalteten Tricepsbündel, während die Grundflächen der Pyramiden unter dem Patellaspiegel eine Facetten-Mosaïk bilden[1]).

Der Triceps lässt sich nicht überdehnen in dem Sinne, wie der Gastroknemius. Statt dass der Sehnenfaden ausrisse, wie am Gastroknemius die Scheidewand, trennt sich meist die untere Sehne von der Tibia.

Körperliche Nebenleitungen wirken, wie schon früher berichtet wurde[2]), auf den Strom des Triceps wie auf den Gastroknemiusstrom. Der Nerv des Triceps ist aber so zart, und seine Eintrittsstelle liegt so tief, dass es ohne Verletzung des Nerven unmöglich wäre, den Muskel ganz mit Thon zu umkneten. Man muss sich damit begnügen, um die unteren zwei Drittel des Muskels einen dicken Thonring zu legen, welcher übrigens hier, wie am Gastroknemius, fast dasselbe leistet, wie vollständige Umhüllung. Er verwandelt denn auch den vorher rein negativen Ausschlag im Tetanus in einen doppelsinnigen oder rein positiven[3]).

Das Aufschlitzen bringt am Triceps eine starke absteigende Wirkung hervor, da es, wenn auch nicht in solcher Ausdehnung wie am Gastroknemius, künstlichen Querschnitt herstellt[4]). Es wirkt daher auf die negative Schwankung wie am

---

1) Monatsberichte u. s. w. 1872. S. 708 ff.

2) Dies Archiv, 1871. S. 606. 607.

3) Beispiel. Triceps. Das Pluszeichen bedeutet, wie am Gastroknemius, wo es um den Strom zwischen Haupt- und Achillessehne sich handelt, die auf-, das Minuszeichen die absteigende Stromrichtung. Vergl. dies Archiv, 1863. S. 561.

1. frei	in Ruhe	+ 148cgr.	Im	Tetanus	− 118 sc.	
2. in Thon	„ „	+ 62 „	„	„	− 28 + 42.	
3. frei	„ „	+ 158 „	„	„	− 47.	
4. in Thon	„ „	+ 76 „	„	„	+ 12.	
5. frei	„ „	+ 193 „	„	„	− 28.	

4) Dies Archiv, 1863. S. 614.

Gastroknemius, indem es sie positiv macht. Anätzen des Patellaspiegels verschafft dann oft der negativen Schwankung wieder die Oberhand[1]).

Das Anätzen der Muskeloberfläche giebt aber hier noch Gelegenheit zu ungleich merkwürdigeren Wahrnehmungen. Erwägt man, wie wohl die pyramidalen Tricepsbündel elektromotorisch wirken mögen, so sieht man alsbald, dass die Seitenflächen der Pyramiden als sehr schräger natürlicher Querschnitt aufzufassen sind, der einen in der Pyramide von der Spitze zur Grundfläche fliessenden Neigungsstrom erzeugen muss. Ist die Parelektronomie dieses schrägen natürlichen Querschnittes aufgehoben, so muss also die Spitze des Bündels negativ gegen seine Grundfläche sich verhalten. Da nun das scheinbar durch natürlichen Längsschnitt gebildete rothe Fleisch des Muskels in Wahrheit aus Seitenflächen pyramidaler Bündel besteht, so muss Anätzen des rothen Fleisches eine im Muskel absteigende Wirkung erzeugen.

Ich hatte die Freude, diese aus der mikroskopischen Untersuchung der Tricepsbündel unter so verwickelten Umständen gemachte Vorhersage im Versuch eintreffen zn sehen. Bestreicht man das rothe Fleisch am Gastroknemius mit Kreosot oder verdünnter Milchsäure, so erfolgt keine oder nur geringe und unbestimmte Wirkung. Verfährt man ebenso am Triceps, so erscheint eine mächtige absteigende Wirkung, obschon minder stark, als die aufsteigende Wirkung vom geätzten Patellaspiegel aus[2]).

Es hätte danach keinen Sinn, das Anätzen des Sehnenstreifes,

---

1) Beispiel. Triceps. + 36 $^{cgr.}$ Tetanus: − 69 ^{sc}, rein negativ. Aufgeschlitzt: − 40 $^{cgr.}$ Tetanus: + 54; + 57 ^{sc}, rein positiv. Patellaspiegel geätzt: + 220 $^{cgr.}$ Tetanus: − 218 ^{sc}, wieder rein negativ.

2) Beispiele. Triceps.

I. + 83 $^{cgr.}$ Rothes Fleisch mit verdünnter Milchsäure geätzt: — 311 $^{cgr.}$ Patellaspiegel geätzt: + 39 $^{cgr.}$

II. + 14 $^{cgr.}$ Rothes Fleisch mit Kreosot geätzt: — 247 $^{cgr.}$ Patellaspiegel geätzt: + 79 $^{cgr.}$

um die Schwankung im Tetanus positiv zu machen, vom Gastroknemius auf den Triceps zu übertragen. An Stelle dieses Verfahrens tritt hier das Anätzen der ganzen Muskeloberfläche mit Ausschluss des Patellaspiegels. Dadurch wird die Schwankung positiv, negativ wieder durch Anätzen auch des Patellaspiegels[1]).

Aus der Einsicht, wie die elektromotorische Wirkung des Triceps zu Stande kommt, erklären sich mehrere Eigenthümlichkeiten dieser Wirkung. Man versteht nun, warum zwischen oberem Rande des Patellaspiegels und oberer Sehne stets absteigender Strom herrscht[2]). Man versteht ferner, warum der Triceps vergleichsweise so oft absteigend wirksam gefunden wird. Dies ist nicht etwa Parelektronomie des Patellaspiegels in dem Grade, dass der Strom verkehrt ist, sondern die Folge davon, dass der von den schrägen Seitenflächen der pyramidalen Bündel im rothen Fleisch ausgehende absteigende Neigungsstrom den von ihren Grundflächen im Patellaspiegel ausgehenden aufsteigenden Neigungsstrom übertrifft. Dies kann um so leichter vorkommen, als die Seitenflächen nur durch gewöhnliches Perimysium, die Grundflächen durch eine derbe Aponeurose geschützt sind.

Unter diesen Umständen schwächt körperliche Nebenleitung den absteigenden Strom, anstatt ihn zu verstärken. Dieser Fall ist von dem in der Abhandlung: „Ueber den Einfluss körperlicher Nebenleitungen u. s. w.“, S. 598. 599, erörterten wohl zu unterscheiden. Er entsteht dadurch, dass die Nebenschliessung auf den unteren Theil des aus Seitenflächen pyramidaler Bündel bestehenden rothen Fleisches eben so stark schwächend wirkt, wie auf den unteren Theil des Patellaspiegels. Die Folge der proportionalen Verkleinerung zweier Grössen ist aber eben solche Verkleinerung ihres Unterschiedes, hier des absteigenden Stromes. Entwickelt man die Nega-

---

1) Beispiel. Triceps. + 22^{cgr}. Tetanus: — 6 + 4 — 9 + 20^{sc}. Rothes Fleisch geätzt: — 206^{cgr}. Tetanus: + 190^{sc}, rein positiv. Patellaspiegel geätzt: + 67^{cgr}. Tetanus — 51^{sc}.

2) Dies Archiv, 1863. S. 614.

tivität des Patellaspiegels, so dass der Strom aufsteigend wird, so wirkt Umhüllen mit Thon sogleich im gewöhnlichen Sinne, d. h. es schwächt den aufsteigenden Strom.

Endlich versteht man nun auch, warum der Triceps, wie schon gesagt, oft ohne äussere Veranlassung im Tetanus aufsteigende Schwankung giebt. Dann hat eben der Neigungsstrom des rothen Fleisches wegen geringerer Parelektronomie die Oberhand[1]).

Wir haben also im Ganzen fünf Fälle kennen gelernt, in denen Gastroknemius und Triceps im Tetanus positive Schwankung, statt negativer, geben. Dies geschieht 1. an den längs der Tibial-, beziehlich der Femoralfläche aufgeschlitzten Muskeln; 2. an dem dort angeätzten Gastroknemius, und dem an seiner ganzen Oberfläche, mit Ausnahme des Patellaspiegels, angeätzten Triceps; 3. an den mit einer körperlichen Nebenleitung versehenen Muskeln; 4. am überdehnten Gastroknemius; endlich 5., und zwar vorzüglich am Triceps, auch ohne bekannte äussere Veranlassung. Es kann kein Zweifel sein, dass in allen diesen Fällen die positive Schwankung nichts ist, als negative Schwankung des Kniespiegelstromes am Gastroknemius, des entsprechenden oberen Stromes am Triceps. Dies folgt daraus, dass die Mittel, durch welche wir die positive Schwankung zum Vorschein bringen, zum Theil wie das Aufschlitzen, Ueberdehnen, Anätzen, solche sind, von denen wir wissen, dass sie geeignet sind, die negative Schwankung vom Kniespiegel, beziehlich vom oberen Querschnitt des Triceps aus zu verstärken, zum Theil, wie das Umhüllen mit Thon, solche, von denen es feststeht, dass sie diese Schwankung weniger schwächen, als die vom Achilles-, beziehlich vom Patellaspiegel aus.

Aehnliche Erscheinungen, wie zwischen Haupt- und

---

1) Beispiele. Triceps.

I. — 35^{cgr}. Tetanus: — 49^{sc}. — 17^{cgr}. Tetanus: — 43 + 39^{sc}. — 15^{cgr}. Tetanus: — 22 + 55^{sc}. — 11^{cgr}. Tetanus: — 14 + 14 — 30^{sc} u. s. w.

II. — 15^{cgr}. Tetanus: — 34 + 40^{sc}. — 20^{cgr}. Tetanus: — 21 + 77^{sc} u. s. w.

Achillessehne von Gastroknemien, an denen aus irgend einem Grunde der Kniespiegelstrom im Tetanus seine negative Schwankung zur Geltung bringt, beobachtet man übrigens an Gastroknemien, an deren Kopf, oberhalb der Eintrittsstelle des Nerven, ein künstlicher Querschnitt angelegt ist. Schon in meinen „Untersuchungen"[1]) habe ich beschrieben, wie man von solchem geköpften Gastroknemius zwischen dem künstlichen Querschnitt und der Achillessehne in der Ruhe absteigende, im Tetanus relativ negative, absolut positive Wirkung erhält.

Bei Wiederholung dieser Versuche fand ich jetzt, was damals die Trägheit der Multiplicatornadel wahrzunehmen mir nicht erlaubte, dass die Schwankung am geköpften Gastroknemius oft doppelsinnig erscheint, zuerst positiv, dann negativ. Die Schnittfläche am Muskelkopfe spielt dabei die Rolle des Kniespiegels in den vorigen Versuchen.

Es giebt noch eine, jedoch ganz verschiedene Art, vom Gastroknemius im Tetanus aufsteigende oder positive Wirkungen zu erhalten. Sie besteht darin, die eine ableitende Thonspitze der Hauptsehne, die andere dem natürlichen Längsschnitt am Muskelkopfe etwas tiefer so anzulegen, dass in Ruhe der Muskel negativ wirkt.[2]) Alsdann erhält man im Tetanus eine relativ negative, absolut positive Wirkung, nebst entsprechender Nachwirkung.[3]) Doppelsinnig wird hier die Schwankung nie, weil der Achillesspiegelstrom im Bussolkreise gleiche Richtung mit dem Kniespiegelstrom hat.

Was nämlich jetzt die Bedeutung der doppelsinnigen Wirkungen anlangt, die sich unter Umständen darbieten, wo die negative Schwankung des Kniespiegel- und die des Achillesspiegelstromes zugleich im Kreise sind, um der Einfachheit halber wieder nur vom Gastroknemius zu reden, so leuchtet ein, dass diese Wirkungen nicht von einem und demselben sehnigen Ende

1) Bd. II. Abth. I. 1847. S. 86.

2) Dies Archiv, 1863. S. 557. 558. 607; — Monatsberichte u. s. w. 1867. S. 587. Anm.

3) Beispiel. Gastroknemius. — 39 cgr. Tetanus: + 53 sc. — 62 cgr. Tetanus: + 78 sc.

des Muskels ausgehen. Nie haben wir Aehnliches gesehen, so lange wir uns auf Beobachtung des Stromes an nur einem Ende eines Muskels beschränkten, und das Mittel, am Gastroknemius doppelsinnige Schwankung hervorzurufen, bestand darin, die Kniespiegelstromschwankung zur Geltung zu bringen, sei's durch Aufheben der Parelektronomie des Kniespiegels, sei's indem die Achillesspiegelstromschwankung durch körperliche Nebenleitung zeitweise mehr als jene geschwächt wurde.

Die doppelsinnigen Wirkungen rühren vielmehr sichtlich daher, dass die einander absolut entgegengesetzten Schwankungen des Kniespiegel- und des Achillesspiegelstromes sich von einander abziehen und verschiedenen zeitlichen Verlauf haben. Dass man es in ihnen mit einem solchen Unterschied zweier Wirkungen zu thun habe, wird dadurch bestätigt, dass sie meist kleiner, oft sehr viel geringer sind, als die unter gewöhnlichen Umständen erhaltenen einsinnigen Schwankungen im Tetanus.

Um die beobachteten Erscheinungen zu erklären, ist nur nöthig, der Schwankung des compensirten Achillesspiegelstromes einen Verlauf zuzuschreiben, wie ihn die ausgezogene Curve 0 $(-A)$ in beistehender Figur zeigt, der



Schwankung des Kniespiegelstromes einen Verlauf gleich dem der beiden gestrichelten Curven 0 $(+K)$, 0 $(+K')$, deren Ordi-

naten, obwohl auf derselben Seite der Abscissenaxe aufgetragen, von entgegengesetztem Zeichen sind, wie die der ausgezogenen Curve. Durch algebraïsche Summation der Schwankung 0 $(-A)$, 0 $(+K)$ entspringt die doppelsinnige Wirkung, bei der zuerst ein positiver, dann ein negativer Ausschlag erfolgt; durch Summation von 0 $(-A)$ mit 0 $(+K')$ die, bei der dem positiven Ausschlage noch ein negativer voraufgeht und die Schwankung zweimal das Zeichen wechselt. Denkt man sich alle Ordinaten der einen oder der anderen Curve einander proportional genügend vergrössert, so wird die Wirkung einsinnig im Sinne der vergrösserten Ordinaten.

Oben S. 545 erfuhren wir, dass die negative Schwankung vom künstlichen und die vom natürlichen Querschnitt aus nicht bloss der relativen und absoluten Grösse, sondern auch dem zeitlichen Verlaufe nach sich unterscheiden. Bei natürlichem Querschnitt ist die Schwankung relativ gross, absolut klein, sie erreicht nicht sogleich, sondern stossweise, ihre volle Grösse. Bei künstlichem Querschnitt ist die Schwankung relativ klein, absolut gross, sie erreicht ihre volle Grösse sogleich. Die Kniespiegelstromschwankung machten wir zum Theil dadurch sichtbar, dass wir den Kniespiegel in künstlichen Querschnitt verwandelten. Die Vermuthung liegt daher nahe, dass hierin der Grund für den verschiedenen Verlauf liege, den wir beiden Schwankungen zuschreiben müssen, um die doppelsinnigen Wirkungen zu erklären. Anätzen des Achillesspiegels machte den doppelsinnigen Wirkungen ein Ende, und liess nur entweder negative oder sehr schwache positive Schwankung bestehen. Dies lässt sich so auslegen, dass alsdann die ausgezogene Curve entweder ganz über der gestrichelten verläuft, oder unter ihr bleibend ihr sich nahe anschliesst.

Inzwischen scheint es kaum, als sei diese Auffassung die richtige. Erstens passt die Form der Curve 0 $(+K')$ nicht dazu, denn sie setzt langsameres Ansteigen der vom künstlichen Querschnitt ausgehenden Schwankung voraus. Zweitens stimmt damit nicht, dass Umhüllen mit Thon ähnlich wirkt, wie Aufheben der Parelektronomie des Kniespiegels. Drittens erhält man von regelmässigen Muskeln, an deren einem Ende

künstlicher Querschnitt angelegt ist, bei Ableiten des Stromes von den Knochenstücken keine doppelsinnige Wirkung (Vergl. oben S. 547).

Der Unterschied im zeitlichen Verlaufe der Schwankung vom natürlichen und vom künstlichen Querschnitt aus muss sich natürlich in das Ergebniss des Versuches einmischen; doch ist nicht er es, der dies Ergebniss wesentlich bedingt. Vielmehr scheint dabei eine zunächst nicht weiter erklärbare Eigenthümlichkeit der schrägen Querschnitte des Gastroknemius und Triceps im Spiele zu sein.

§. VI. Vom elektromotorischen Erfolge bei Einzelzuckungen. Hrn. Meissner's positive Schwankung des Gastroknemiusstromes ist negative Schwankung des Kniespiegelstromes.

Als ich vor mehr als dreissig Jahren das alte Problem löste, dem Muskel bei der Zusammenziehung elektromotorische Wirkung zu entlocken, verdankte ich meinen Erfolg nicht zum kleinsten Theile dem Kunstgriff des Tetanisirens. Indem ich den schon von Caldani, Volta, Nobili, Sterneberg beobachteten elektrischen Tetanus zuerst als experimentelles Hülfsmittel anwendete, um dauernde Zusammenziehung zu bewirken, gelang es mir die Schwierigkeit zu besiegen, welche bei der geringen Empfindlichkeit der damaligen Galvanoskope aus der zu grossen Schnelle einzelner Zuckungen entsprang.[1])

Es versteht sich aber, dass diese Art der Untersuchung, weit entfernt, die Erforschung des elektromotorischen Verhaltens bei einzelnen Zuckungen überflüssig zu machen, keinen völlig sicheren Schluss auf dasjenige zuliess, was bei solchen Zuckungen geschieht. Wie für die Wärmeentwickelung im Tetanus von Béclard[2]) vermuthet worden ist, konnte z. B.

1) Poggendorff's Annalen u. s. w. 1843. Bd. LVIII. S. 12; — Fortschritte der Physik im Jahre 1846. Berlin 1848. S. 454 ff.; — Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. I. Berlin 1848. S. 32 ff.

2) Comptes rendus etc. 1860. t. L. p. 471.

die negative Schwankung im Tetanus auftreten an Stelle eines Theiles der nicht geleisteten Arbeit. Die negative Schwankung des Nervenstromes, die secundäre Zuckung, die von Hrn. Kölliker und H. Müller beobachtete negative Schwankung am Froschherzen, gelegentliche Beobachtungen am Nervenmultiplicator, dessen Nadel ich bei einzelnen Zuckungen hatte zurückweichen sehen, waren zwar geeignet, mich hierüber zu beruhigen. Dennoch kam Hr. Meissner nur der Ausführung eines längst von mir gehegten Vorsatzes zuvor, als er 1862, in Gemeinschaft mit F. Cohn, und mit Hülfe einer von ihm und von Hrn. Meyerstein neu construirten Spiegelbussole, des sogenannten Elektro-Galvanometers[1]), es unternahm, das Verhalten des Muskelstromes auch bei Einzelzuckungen genauer festzustellen[2]).

Hr. Meissner hat sich dabei ausschliesslich des Froschgastroknemius bedient, dessen Strom er auf eine ihm eigenthümliche Weise ableitete, nämlich einerseits von der Haupt- oder Achillessehne mittels eines durch die Sehne geführten,

---

1) Meissner in Henle's und Pfeufer's Zeitschrift für rationelle Medicin. 1861. 3. R. Bd. XI. S. 193. Tafel IX.; — Meyerstein in Poggendorff's Annalen u. s. w. 1861. Bd. CXIV. S. 132. — Vergl. meine Bemerkungen über das Elektro-Galvanometer in der „Beschreibung einiger Vorrichtungen und Versuchsweisen u. s. w." S. 87. Anm., und in den Monatsberichten der Akademie, 1873. S. 759. — Was auch die sonstigen Vorzüge dieser neuen Bussole sein mögen, für thierisch-elektrische Zwecke ist sie durch die zu grosse Trägheit des Magnetringes mit seinem gewichtigen Spiegel entwerthet. In Folge dessen kam in Hrn. Meissner's und Hrn. Meyerstein's Versuchen der Spiegel erst nach 40—50″ zur Ruhe bei einem Grade von Astasie, bei dem er noch mehrere Schwingungen vollzog. Seine Beruhigungszeit, wenn er aperiodisch gemacht worden wäre, würde nicht viel kleiner gewesen sein (S. die erste der oben S. 518, Anm. 1, angeführten Abhandlungen, S. 839. 840). Die Beruhigungszeit meines Spiegels betrug bei den hier beschriebenen Versuchen höchstens 5″ (S. oben S. 518). Je leichter ein Magnetspiegel ist, um so kleiner ist seine Beruhigungszeit, und um so grösser der Spielraum aperiodischer Astasie, beides bei thierisch-elektrischen Versuchen unschätzbare Vortheile.

2) Zeitschrift für rationelle Medicin. 1862. 3. R. Bd. XV. S. 27

mit Eiweiss getränkten Wollfadens, andererseits mittels eines ebensolchen, um die Mitte des Muskelbauches geschlungenen Fadens. Hr. Meissner setzt voraus, von diesen Fäden sei der erste dem einen oder dem anderen natürlichen Querschnitt des Muskels, der zweite dem Aequator angelegt gewesen. Das vollkommen Irrige dieser Vorstellung habe ich schon anderswo aufgedeckt, und dort gezeigt, als eine wie zweifelhafte Verbesserung der von mir eingeführten Methoden zur Ableitung des Muskelstromes Hrn. Meissner's Verfahren erscheint.[1]) Hr. Meissner hatte nicht, wie er glaubte, den gewöhnlichen Muskelstrom im Kreise, sondern einen unter verwickelten Bedingungen abgeleiteten Strom, der aus drei Theilen sich zusammensetzte: 1. einem natürlichen Neigungsstromzweig, den der Achillesspiegel, 2. einem solchen, den der Kniespiegel durch den Kreis schickte; 3. unter Umständen, die näher zu bezeichnen hier der Mühe sich nicht lohnt, auch noch einen schwachen und veränderlichen Strom vom natürlichen Längsschnitt zum schrägen natürlichen Querschnitt.

Als Hr. Meissner den so abgeleiteten Gastroknemius vom Nerven aus in Einzelzuckungen versetzte, beobachtete er häufig, statt einer negativen, eine kleine positive Schwankung. Die Wirkung war auch noch positiv, und konnte sogar das Achtfache der früheren Wirkung betragen, wenn unvollkommen tetanisirt wurde (S. oben S. 518). Bei gewöhnlichem Tetanisiren war die Wirkung stets negativ; über ihre verhältnissmässige Grösse unter denselben Umständen verlautet nichts.

Hr. Meissner hat auf diese, wie wir sehen werden, zunächst noch zweideutige Beobachtung, in Verbindung mit anderen theils falschen, theils unvollständigen Wahrnehmungen, eine weitreichende Reihe kühner Schlüsse gegründet.

---

ff. — Vergl. Hrn. Meissner's Bericht über die Fortschritte der Physiologie im Jahre 1862. In derselben Zeitschrift 1864. 3. R. Bd. XIX. S. 434.

1) Monatsberichte der Akademie, 1867. S. 578. — Dies Archiv, 1871. S. 588.

Er glaubte sich nämlich ausserdem, im Widerspruch mit mir, von folgenden drei Punkten überzeugt zu haben.

1. Wenn durch äussere Kräfte die Form des Gastroknemius so verändert werde, wie durch Zusammenziehung, zeige der Strom negative Schwankung, wie bei der Zusammenziehung[1]).

2. Wenn der Gastroknemius durch Dehnung verhindert werde, seine Form zu verändern, zeige er beim Tetanisiren nur noch schwächere negative Schwankung oder gar keine Schwankung mehr, „in einigen Fällen aber auch starke positive Schwankungen, „viel bedeutender zuweilen, als sie von frei hängenden“ (nicht gedehnten) „Muskeln bei unvollkommenem Tetanus beobachtet „wurden[2]).“

3. Dagegen sei der secundäre Tetanus vom gedehnten Muskel aus stärker, als vom ungedehnten[3]).

Hr. Meissner verknüpfte diese angeblichen Thatsachen mit der positiven Schwankung bei Einzelzuckungen durch folgende Theorie. Die von mir beschriebene negative Schwankung habe mit dem eigentlichen Vorgange der Zusammenziehung nichts zu schaffen. Sie rühre nur davon her, dass der Muskel bei der Zusammenziehung seine Form verändere. Sie sei es auch nicht, welche den secundären Tetanus erzeuge, und es sei kein Grund vorhanden, sie als discontinuirlich aufzufassen. Es finde aber bei der Zuckung im Muskel eine elektrische Entladung statt, welche die Ursache der secundären Zuckung sei, und im Bussolkreis als positive Schwankung sich darstelle. Mit dem Muskelstrome habe diese Entladung nichts gemein. Während sie am Gastroknemius mit dem Strome gleiche Richtung zeige, habe sie am Herzen die umgekehrte Richtung. Hr. Meissner erklärt übrigens nicht, weshalb bei der Dehnung, durch welche seiner Meinung nach nur eine sonst durch die Formveränderung bedingte stetige Stromabnahme beseitigt wird, die

1) A. a. O. S. 37.
2) A. a. O. S. 41. 42. 50.
3) A a. O. S. 43. 44.

secundäre Zuckung stärker ausfällt. Schliesslich vergleicht er den Muskel mit dem elektrischen Organ der Zitterfische. Während am gereizten Muskel lebendige Kräfte theils als Wärme, theils als Massenbewegung, und nur zu einem kleinen Theil als Elektricität zum Vorschein kommen, entwickele das gereizte elektrische Organ lebendige Kraft als Elektricität. Hr. Meissner schloss sich so der zuletzt auch von Matteucci angenommenen, ursprünglichen Hypothese Hrn. Becquerel's der Vaters über den Ursprung der secundären Zuckung an (Vergl. oben S. 536)[1].

Dieser letzte Theil der Meissner'schen Theorie erfuhr bald darauf durch Hrn. W. Krause eine wichtige Umgestaltung. Hr. Krause machte auf die Aehnlichkeit der Nervenendigung im Muskel mit Bilharz' elektrischer Platte im Organ von Malapterurus aufmerksam, und äusserte die Vermuthung, dass die Nervenendplatte als elektrische Platte der contractilen Substanz im Primitivmuskelbündel einen elektrischen Schlag ertheile, welcher zugleich Ursache der Meissner'schen positiven Schwankung sei[2]. Hr. W. Kühne äusserte kurz darauf den nämlichen Gedanken, jedoch ohne Bezug auf die positive Schwankung[3].

Hrn. Meissner's Angaben erregten grosses Aufsehen, und fanden, Dank der Sicherheit, mit der sie auftraten, und der geschlossenen Theorie, der sie zur Grundlage dienten,

1) A. a. O. S. 58 sagt Hr. Meissner: „Matteucci hat, wie „bekannt, die secundäre Zuckung entdeckt, er nannte sie die inducirte „Zuckung, und er hat sie stets als eine durch die Entladung des primären „Muskels bewirkte betrachtet.“ Dies Letztere ist ganz falsch. Fünf Jahre lang, von 1842 bis 1847, hat Matteucci, nach seiner Art in unzähligen Aufsätzen, die Behauptung verfochten, die secundäre Zukkung sei nicht elektrischen Ursprunges, sondern rühre her von einer eigenartigen Fernwirkung des Nervenprincips. Ich habe diese Behauptung durch eine mühselige und gründliche Versuchsreihe widerlegt, welche in der 1. Abtheilung des 2. Bandes meiner „Untersuchungen“ über einen Druckbogen einnimmt (S. 99—118), und Hrn. Meissner füglich hätte bekannt sein können.

2) Henle's und Pfeufer's Zeitschrift u. s. w. 1863. 3. R. Bd. XVIII. S. 152.

3) Virchow's Archiv u. s. w. 1864. Bd. XXIX. S. 446.

überall Eingang. Aber wie im Leben solche glänzende Erscheinungen das ihnen geschenkte Vertrauen nicht immer rechtfertigen, so hält auch Hrn. Meissner's Lehre eine etwas nähere Prüfung nicht aus.

Zunächst wollen wir eine genauere Untersuchung seiner positiven Schwankung bei Einzelzuckungen vornehmen. Vor Allem ist zu erinnern, dass nirgend Hr. Meissner den doch unentbehrlichen Beweis geführt hat, dass es dabei um Zunahme der Kraft, nicht bloss um Abnahme des Widerstandes, sich handelt. Er hat hier denselben Unterlassungsfehler begangen, wie bei seinen Versuchen über Einfluss der Dehnung auf die elektromotorischen Wirkungen des Muskels [1]). Bekanntlich habe ich schon vor vielen Jahren gezeigt, dass der Widerstand des Muskels bei der Zusammenziehung in doppelter Art sich ändert. Kann der Muskel sich verkürzen, so wächst der Widerstand wegen der am verkürzten Muskel minder günstigen Vertheilung der leitenden Masse. Ist die Beweglichkeit des Muskels durch Ausspannen beschränkt, so tritt die Widerstandszunahme wegen Formveränderung zurück gegen die Abnahme des eigenthümlichen Widerstandes. (S. oben S. 530. 533.) Hrn. Meissner war die Frage, ob nicht seine positive Schwankung nur auf dieser Widerstandsabnahme beruhe, um so näher gelegt, als er sich überzeugt zu haben glaubte, dass am unbeweglich ausgespannten Muskel die positive Schwankung stärker ausfalle, denn bei freigegebener Zusammenziehung [2]).

Wir selber haben oben S. 532 positive Schwankungen beim Tetanisiren ermüdeter Muskeln beobachtet, die sicher auf Widerstandsabnahme beruhten, da sie mit compensirtem Strome nicht bloss zu erscheinen aufhörten, sondern in negative Schwankung umschlugen.

In der That das Erste, was Hr. Meissner hätte thun müssen [3]), und was jetzt wir zu thun haben, ist zu prüfen, ob auch mit compensirtem Strome positive Schwankung bei Ein-

---

1) Monatsberichte u s. w. 1867. S. 580. 581.
2) A. a. O. S. 57.
3) Vergl. Monatsberichte u. s. w. A. a. O.

zelzuckungen und unvollkommenem Tetanus des Gastroknemius sich zeige.

Glücklicherweise für Hrn. Meissner ist dies wirklich der Fall. Ich habe die von ihm beschriebene Erscheinung am Gastroknemius mit compensirtem Strome zwischen Haupt- und Achillessehne in vielen Fällen gesehen, wenn auch scheinbar nicht so oft wie Hr. Meissner. Dagegen boten sich mir öfter die auch ihm nicht ganz entgangenen Fälle, wo bei Einzelzuckungen rein negative Ausschläge erfolgen. Ob dieser Unterschied zwischen seinen und meinen Wahrnehmungen daher rühre, dass Hr. Meissner auch durch Widerstandsabnahme bewirkte positive Schwankungen mitgezählt hat, oder von der verschiedenen Ableitung, deren wir uns bedienten, muss dahingestellt bleiben. Auch individuelle Beschaffenheit der Thiere kann, wie die Folge lehren wird, daran Schuld sein.

In vielen Fällen ist das Ergebniss des Versuches aber noch ein anderes. Wie nämlich Hr. Frithiof Holmgren bei einer unten näher zu besprechenden Untersuchung zuerst fand, ist die einer Einzelzuckung des Gastroknemius entsprechende Schwankung oft doppelsinnig. Hrn. Meissner's Elektro-Galvanometer versagte ihm diese Wahrnehmung wegen der Trägheit seines Magnetes (S. oben S. 565. Anm. 1). Die Schwankung setzt sich danach zusammen aus einem negativen Vorschlag, und aus einer darauf folgenden positiven Ablenkung.

Das Zweite, was Hr. Meissner hätte thun müssen, war zu untersuchen, ob die positive Schwankung bei Einzelzuckungen an allen Muskeln vorkomme, oder nur bestimmten Muskeln, wie dem Gastroknemius, eigen sei. Da Hr. Meissner am Gastroknemius den Strom vom Aequator und natürlichem Querschnitt abzuleiten glaubte, so fiel ihm nicht ein, zu versuchen, ob denn auch am regelmässigen Muskel der wirklich vom Aequator und natürlichem Querschnitt abgeleitete Strom bei Einzelzuckungen positive Schwankung zeige; und da ihm die Parelektronomie so fremd war, dass der Name in seiner am Gastroknemius geführten Untersuchung nicht vorkommt, so dachte er nicht daran, sich zu fragen, ob positive Schwankung denn auch auftrete bei Einzelzuckungen eines

mit künstlichem Querschnitt aufliegenden Muskels. Beide Fragen müssten doch bejaht sein, ehe man in der positiven Schwankung das Fundamental-Phaenomen erkennen könnte, für welches Hr. Meissner sie ausgab.

Ich war natürlich bestrebt, auch diese Lücke auszufüllen. In jedem der oben geschilderten zahlreichen Tetanus-Versuche an regelmässigen Muskeln wurde stets auch der elektromotorische Erfolg bei Einzelzuckungen und unvollkommenem Tetanus beobachtet, bei Ableitung sowohl von natürlichem, wie von mechanischem, chemischem, thermischem Querschnitt. Nie erhält man hier bei Einzelzuckungen oder unvollkommenem Tetanus positive Schwankung, wo bei gewöhnlichem Tetanus negative Schwankung erfolgt, den oben S. 525 erwähnten Fall ausgenommen, in welchem leicht zu zeigen ist, dass es sich um ganz etwas anderes handelt, als um die Meissner'sche Erscheinung. Am Triceps dagegen, dessen Bau, trotz der neulich erkannten Abweichung (S. oben S. 556. 557), dem des Gastroknemius doch immer noch am nächsten steht, kommt positive Schwankung vor. Sie gehört also den beiden Muskeln an, welche auch bei gewöhnlichem Tetanus unter mannigfachen Umständen, zum Theil sogar ohne unser Zuthun, positive oder doppelsinnige Schwankung liefern.

Von diesem Standpunkt aus erscheint nun die Angelegenheit der positiven oder doppelsinnigen Schwankung bei Einzelzuckungen in ganz anderem Lichte. Diese Schwankung durfte allenfalls dem sehr paradox und wichtig scheinen, der in dem Gastroknemiusstrom einen gewöhnlichen Muskelstrom vor sich zu haben glaubte, einerlei mit dem Strome vom Längs- zum Querschnitt regelmässiger Muskeln. Wenn auch diese Vorstellung selber bei längerer Beschäftigung mit der Sache nicht hätte festgehalten werden sollen, so war es von ihr aus doch gerechtfertigt, die positive Schwankung bei Einzelzuckungen so aufzufassen, wie Hr. Meissner, und wie Viele nach ihm. Man denke sich aber, es sei, als Hr. Meissner die positive Schwankung bei Einzelzuckungen des Gastroknemius fand, die positive Schwankung bei gewöhnlichem Tetanus dieses Muskels und des Triceps schon bekannt gewesen. Man hätte schon

gewusst, dass diese letztere Schwankung nichts ist, als die unter gewissen Umständen sichtbar werdende negative Schwankung des vom oberen natürlichen Querschnitt ausgehenden Stromes; dass allem Vermuthen nach der zeitliche Verlauf der negativen Schwankungen des vom oberen und des vom unteren Querschnitt ausgehenden Stromes verschieden sei, und in Folge davon die doppelsinnigen Wirkungen erscheinen; endlich dass es in unserer Macht liege, von den beiden Schwankungen diese oder jene stärker hervortreten zu lassen. Wie wäre dann die Meinung über positive oder doppelsinnige Schwankung bei Einzelzuckungen des Gastroknemius und Triceps, und nur dieser Muskeln allein, ausgefallen? Hätte irgend Jemand in der positiven Schwankung etwas anderes erblickt, als die also auch unter diesen Umständen bemerkbare negative Schwankung des Stromes vom oberen natürlichen Querschnitt, in der doppelsinnigen Schwankung noch etwas mehr gesucht als den sein Zeichen wechselnden Unterschied der Schwankungen vom oberen und vom unteren Querschnitt?

So also werden wir jetzt über diese Erscheinungen zu urtheilen haben. Aber freilich wird uns obliegen, den Beweis für die Richtigkeit unserer Auffassung noch etwas strenger zu führen.

Der Weg dazu ist uns durch das Vorige schon vorgezeichnet. Haben wir es in der Schwankung bei Einzelzuckungen, wie in der bei gewöhnlichem Tetanus, zu thun mit der algebraïschen Summe der Schwankungen zweier entgegengesetzten Ströme, so muss von diesen Schwankungen der einen oder der anderen durch die uns jetzt geläufigen Mittel das Uebergewicht sich verschaffen lassen. Wir müssen also versuchen, wie die Schwankung bei Einzelzuckungen des Gastroknemius (um nur ihn zu nennen) sich gestaltet, wenn der Muskel längs dem Sehnenstreif der Tibialfläche aufgeschlitzt oder angeätzt, wenn er überdehnt, oder in Thon gehüllt wird.

Das Ergebniss dieser Versuche ist das erwartete. Ist die Einzelzuckung rein negativ, so wird sie doppelsinnig, oder auch rein positiv unter Umständen, welche das Hervortreten des Kniespiegelstromes begünstigen; Zerstören der parelektro-

nomischen Schicht am Achillesspiegel macht sie wieder rein negativ, oder verstärkt den negativen Abschnitt der doppelsinnigen Schwankung[1]). Im gleichen Sinne ändert sich die Schwankung bei unvollkommenem Tetanus.

Sehr regelmässig freilich sind diese Erfolge nicht. Man kann oft Gastroknemien aufschlitzen, anätzen, überdehnen, mit

---

1) Beispiele. I. Gastroknemius. + 46 cgr. *E* (Einzelzuckung): – 8 sc; *U. T.* (Unvollkommener Tetanus): rein negativ bis zu etwa 50 sc. Muskel aufgeschlitzt: – 127 cgr. *E*: + 0·5 sc; + 1 sc; *U. T.*: rein positiv, bis zu etwa 80 sc. Achillesspiegel geätzt: + 140 cgr. *E*: – 1 sc; *U. T.*: rein negativ.

II. Gastroknemius. + 268 cgr. *E*: – 5 sc; – 8 sc. Muskel überdehnt: – 107 cgr. *E*: + 4 sc. Nach Aetzung des Achillesspiegels versagt der Muskel weitere Zuckungen.

III. Gastroknemius. + 87 cgr. *E*: – Spur + 2·5 sc; – 0·5 + 2·5 sc; *U. T.*: unstetige, erst negative, dann positive Schwankung bis zu etwa 25 sc. Achillesspiegel geätzt: 363 cgr. *E* – 8 sc; – 7·5 sc; – 6 sc; – 6 sc; *U. T.* rein negativ.

IV. Gastroknemius. + 25 cgr. *E*: + 4 sc. Es wird nur ein Punkt des Achillesspiegels geätzt. 30 cgr. *E*: + 1·5 sc. Es wird mit dem Pinsel in der Längsmittellinie ein Strich über den Spiegel gezogen. + 109 cgr. *E*: – 8 sc. Spiegel über und über geätzt. 373 cgr. *E*: – 9 sc.

V. Triceps femoris. + 35 cgr. *E*: – 1 + 5 sc; 1 + 7 sc; – 2 + 8 sc. Jetzt + 43 cgr. *U. T.*: Unstetige, erst negative, dann positive Schwankung. Nochmals *E*: – 1·5 + 5 sc. Nun Patellaspiegel geätzt. + 290 cgr. *E*: – 9 sc; – 10 sc, und auch *U. T.* rein negativ.

VI. Gastroknemius. + 71 cgr. *E*: – 0·3 + 2. Sehnenstreif an Tibialfläche geätzt: – 24 cgr. *E*: + 5 sc; + 4·8 sc. Achillesspiegel geätzt: + 380 cgr. *E*: – 12 sc; – 10 sc; – 10·5 sc.

VII. Gastroknemius. Thonversuch.

1.	Frei	+ 79 cgr.	*E*: – 3 sc; . .	*U. T.*: – 16 sc.
2.	in Thon	+ 12 „	„ + 0·5 – 2.	
3.	frei	+ 103 „	„ – 4.	
4.	in Thon	+ 15 „	„ + 1;	
			+ 1·5 – 1;	
			+ 2; . . .	*U. T.*: – 12.
5.	frei	+ 135 „	„ + 0·5 – 25.	
			Achillesspiegel geätzt.	
	Ueber	+ 1000 „	„ – 10;	
			– 13; . . .	*U. T.*: – 80.

Vollkommener Tetanus: – 250 sc.

Thon umhüllen, ohne dass die negative Schwankung bei Einzelzuckungen positiv oder doppelsinnig wird. Andere Male kann man den Achillesspiegel anätzen, oder die Thonhülle entfernen, ohne dass die positive oder doppelsinnig gewordene, oder von vornherein so gewesene Schwankung rein negativ wird. Im Falle des thonumhüllt gewesenen Muskels rechtfertigt sich dieser Erfolg manchmal in sofern, als der Gastroknemius dann auch in der Ruhe absteigend wirksam bleibt, sichtlich wegen dauernd verbesserter Nebenschliessung durch das Perimysium und eine anhaftende Thonschicht [1]). Doch kommt es, wie im ersten der unten stehenden Beispiele, auch vor, dass diese Erklärung nicht passt. Ausserdem zeigt sich bei den Thonversuchen noch das Sonderbare, dass der positive Abschnitt der doppelsinnigen Schwankung dem negativen voraufgeht.

Es muss aber überhaupt bemerkt werden, dass es kaum etwas mehr Wandelbares giebt, als die elektromotorischen Wirkungen des Gastroknemius bei der Zusammenziehung. Man kann geradezu sagen, dass in Bezug darauf jeder Gastroknemius ein Individuum ist. Dies erklärt sich daraus, dass im Gastroknemiusstrom (S. oben S. 540) vier paarweise einander entgegengesetzte Componenten enthalten sind, welche bei der Zusammenziehung, wie wir zum Theil noch erfahren werden, sämmtlich unabhängig von einander sich verändern, und überdies, wenigstens paarweise, verschiedenen zeitlichen Verlauf ihrer Schwankung haben. Dazu kommen noch, um die Verwickelung zu krönen, die Nachwirkung, die Veränderung des Widerstandes, die verschiedene Art, wie die experimentellen Eingriffe des Auf-

---

VIII. Gastroknemius. Thonversuch.

1.	Frei	+ 31 cgr.	*E*:	− 3sc.
2.	in Thon	− 10 „	„	+ Spur − 1;
				+ 0·4 − 1.
3.	frei	+ 25 „	„	− 5
4.	in Thon	− 8 „	„	+ 0·7
5.	frei	+ 15 „	„	+ 0·5 − 4
6.	in Thon	− 10 „	„	+ 0·5 − 1.

1) Dies Archiv, 1871. S. 578. 580.

schlitzens u. s. f. gelingen und vertragen werden. Es ist also eine Unzahl von Combinationen möglich, und nicht zu erwarten, dass man in jedem Falle den Erfolg sicher vorhersage. Alles was billig verlangt werden kann, ist, dass man aus der zu Grunde gelegten Vorstellung die mannigfaltigen sich darbietenden Vorkommnisse ungezwungen zu erläutern vermöge, und dies gelingt meist ohne Schwierigkeit.

Inzwischen ist es bei dieser Sachlage andererseits geboten, nichts zu versäumen, was zur weiteren Befestigung eines hingestellten Satzes zu führen geeignet ist. Obschon an der gegebenen Erklärung der positiven Schwankung bei Einzelzuckungen des Gastroknemius in dem Zusammenhange, wie ich sie vortrug, bereits kaum gezweifelt werden dürfte, so soll dieser Erklärung durch die Untersuchung des zeitlichen Verlaufes jener Schwankung jetzt doch noch ein höherer Grad von Gewissheit verliehen werden. Es wird sich überdies daraus noch auf anderem Wege die Unhaltbarkeit der Meissner'schen Behauptungen ergeben.

§. VII. Vom zeitlichen Verlaufe der Schwankung des Gastroknemiusstromes bei der Zusammenziehung.

Hr. Helmholtz hatte bekanntlich bald nach seinen ersten zeitmessenden Versuchen am Muskel und Nerven auch die wichtige Thatsache erkannt, dass der die secundäre Zuckung erregende Abschnitt der Curve, welche den zeitlichen Verlauf des Muskelstromes bei der Zuckung darstellt, etwa in die Mitte des Stadiums der latenten Reizung fällt[1]).

Auf Grund seines Satzes, dass elektrischen Reizen unter einer gewissen Stärke die Reizung nicht unmittelbar folge, verlegte A. v. Bezold den zuckungerregenden Theil der Schwankung sogar an den Anfang jenes Stadiums[2]).

Hr. Meissner führte diese ihm nicht unbekannten Thatsachen in seiner Abhandlung nicht an, sondern begnügte sich

1) Monatsberichte u. s. w. 1854. S. 328.

2) Monatsberichte u. s. w. 1861. S. 1023. ff.; — 1862. S. 199 ff.

damit, in seinem „Bericht“ [2]) anzudeuten, dass die Schlussfolgerungen A. v. Bezold's fortan auf seine positive Schwankung, als auf die alleinige und wahrhafte Ursache der secundären Zuckung, zu beziehen seien. In der That hatten weder Hr. Helmholtz noch A. v. Bezold über den Sinn der Schwankung während des erregenden Zeitabschnittes etwas Neues ausgesagt, vielmehr vom damaligen Standpunkt aus mit vollem Recht angenommen, es handle sich um eine negative Schwankung. Umgekehrt verhinderte aber auch nichts, ihre Zeitbestimmung ohne Weiteres auf die positive Schwankung, wie Hr. Meissner sie sich dachte, zu übertragen, ja das Eintreten der positiven Schwankung vor der Zusammenziehung, im Stadium der latenten Reizung, passte sogar ganz gut zu der jener Schwankung im Zuckungsmechanismus von Hrn. Krause zugeschriebenen Rolle.

Allein schon die Versuche, welche kurz darauf Hr. Frithiof Holmgren in meinem Laboratorium über die positive Schwankung anstellte, veränderten diese Lage der Dinge sehr zum Nachtheil der Meissner'schen Theorie. Hr. Holmgren erkannte die Nothwendigkeit, sich für diese Versuche möglichst leichter Magnetspiegel zu bedienen, und er war es erwähntermaassen (S. oben S. 570), der mit solchem Spiegel zuerst die Hrn. Meissner entgangenen doppelsinnigen Schwankungen sah. Die Schwankung stellte sich ihm in gewissen Fällen rein negativ, in anderen rein positiv dar. Dazwischen lag eine Reihe von Fällen, welche sogar die Mehrzahl bildeten, in denen zuerst eine kleine negative, dann eine positive und endlich eine grössere negative Ablenkung des Magnetes erschien. Hr. Holmgren richtete nun meinen „Froschunterbrecher“ [1]) so ein, dass der im Augenblicke der Reizung geschlossene Muskelstrom im Augenblicke der Zusammenziehung wieder unterbrochen wurde. So erhielt er im Bussolkreise nur die Stromwirkung während der latenten Reizung. Mittels ähnlicher Kunst-

1) Bericht über die Fortschritte der Physiologie im Jahr 1861. Zeitschrift für rationelle Medicin. 1863. 3. R. Bd. XVI. S. 384.

1) Beschreibung einiger Vorrichtungen und Versuchsweisen u. s. w. S. 149. Taf. III. Fig. 12.

griffe konnte er aus dem Stadium der wachsenden und aus dem der sinkenden Energie, wie er berichtet, mit genügender Schärfe beliebige Stücke ausschneiden. Er fand, dass während der latenten Reizung die Wirkung stets negativ ausfiel, positiv dagegen in den meisten Fällen während des Wachsens der Energie; im Stadium sinkender Energie erschien sie ihm stets wieder negativ, und er glaubte in ihr meine „Nachwirkung“ zu erkennen[2]). Durch diese Versuche war Hrn. Meissner's Behauptung, dass die negative Schwankung Folge der Gestaltveränderung des Muskels sei, insofern widerlegt, als schon während der latenten Reizung negative Schwankung nachgewiesen war. Hr. Holmgren folgerte ausserdem daraus die Unrichtigkeit der Meissner'schen Lehre, wonach die secundäre Zuckung Folge der positiven Schwankung sein soll; denn da, nach ihm, diese Schwankung dem Stadium der wachsenden Energie angehört, nach Hrn. Helmholtz aber der Reiz für die secundäre Zuckung dem Stadium der latenten Reizung, so konnte dieser Reiz nicht jene Schwankung sein. Wir werden aber sehen, dass in diesem Punkte Hrn. Holmgren's Ergebniss einer Berichtigung bedurfte.

Hr. Holmgren hat über das Wesen der positiven Schwankung einige theoretische Vermuthungen geäussert, die ich nicht mit Stillschweigen übergehen kann.

Zur Erklärung der positiven, und auch der negativen Schwankung hat er nämlich zunächst an eine Elektricitätsentwickelung in den Muskeln durch gegenseitige Reibung der Bündel gedacht. Verschiedene Abschnitte des Muskels sollten in Folge verschieden starker Innervation verschieden kräftig sich zusammenziehen und dadurch sollten die bald positiven, bald negativen Schwankungen zu Stande kommen. Aber die Bündel reiben sich nicht aneinander, denn sie sind miteinander verwachsen. Bei Reibung zweier gleichartigen Flächen ent-

---

2) Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften. 1864. S. 291. — Om den verkliga naturen af den „positiva strömfluctuationen“ vid enkel muskelryckning. Upsala läkareförenings förhandlingar, Bd. II. 1867. S. 160; — Uebersetzt von Dr. Rabl-Rückhard in diesem Archiv, 1871. S. 237.

steht überhaupt keine Elektricität. Entstände wirklich welche bei Reibung zweier Muskelbündel, so müsste doch ein Bündel positiv, das andere negativ werden. Ohne die willkürlichsten Annahmen bliebe unverständlich, wie dergestalt ein Strom durch den Bussolkreis im einen oder anderen Sinn entstehe. Die Stromschwankungen aber, die Hr. Holmgren sah, als er den in der kleinen Streckvorrichtung ausgespannten Gastroknemius mit einem anderen Muskel, oder mit Elfenbein, Siegellack, Glas, Kautschuk u. d. m. strich, sind auf Rechnung der Glättung und Runzelung des Achillesspiegels[1]) zu bringen.

Nachdem Hr. Holmgren die von mir beschriebenen Neigungsströme durch Dehnung[2]) kennen gelernt hatte, kam er auf den Gedanken, dass die Stromschwankungen bei der Zusammenziehung durch Veränderung des Winkels zu erklären sein möchten, unter dem die Bündel an den Achilles- und Kniespiegel stossen. Ich hatte dieselbe Vermuthung bereits in Bezug auf die Stromschwankungen durch Dehnung geäussert[3]), und sie im Stillen natürlich auch für die positive Schwankung gehegt, obwohl ich mir sagte, dass diese Vermuthung kaum damit stimme, dass auch am gespannten Muskel positive Schwankung erscheine. Dass bei freigegebener Zusammenziehung die Verminderung der Neigung der Bündel gegen die Sehnenspiegel, die sich am erhärteten Muskel deutlich kundgiebt[4]), eine Abnahme der Neigungsstromkraft bewirke, ist dagegen nicht zu bezweifeln. Hier kommt diese Wirkung deshalb nicht in Betracht, weil, wie sich schliesslich gezeigt hat, auch die positive Schwankung zum Theil in das Stadium der latenten Reizung fällt.

Hrn. Julius Bernstein's bewundernswürdige Arbeiten haben nämlich seitdem das Mittel gewährt, den Versuchen über den zeitlichen Verlauf der Stromschwankung bei der Zuckung ungleich grössere Schärfe und Sicherheit zu verleihen. Die Dinge haben sich dadurch etwas anders gestaltet, als Hr.

---

1) Vergl. Monatsberichte u. s. w. 1867. S. 581 ff.
2) Monatsberichte u. s. w. 1866. S. 387.
3) Monatsberichte u. s. w. 1867. S. 582 ff.
4) Monatsberichte u. s. w. 1872. S. 802.

Holmgren sie sich dachte, für Hrn. Meissner jedoch nicht günstiger.

Hr. Sigmund Mayer untersuchte nämlich jetzt im Heidelberger Laboratorium den Verlauf der Schwankung des Gastroknemius am Differential-Rheotom [1]). Allerdings handelt es sich dabei nicht mehr um Einzelzuckungen, sondern um eine mehr oder minder gedrängte Reihe von Zuckungen, die fast zu Tetanus verschmelzen. Es ist aber gerade wichtig zu erfahren, dass am Gastroknemius auch die negative Schwankung bei gewöhnlichem Tetanus in jedem der Stösse, aus denen sie besteht, einen positiven, die positive Schwankung bei unvollkommenem Tetanus in jedem ihrer Stösse einen negativen Antheil birgt.

Aus Hrn. Sigmund Mayer's Beobachtungen folgt, dass an einer einzelnen Stromschwankung des Gastroknemius in der Regel zwei Abschnitte zu unterscheiden sind. Zuerst findet eine negative Schwankung statt; im Mittel aus 10 Versuchen beginnt sie 0″·004, und erreicht sie ihr Maximum 0″·007 nach der Reizung. Auf sie folgt eine positive Schwankung, welche 0″·012 nach der Reizung ihr Maximum erreicht, und etwa 0″·017 nach der Reizung endet; das positive Maximum bleibt gewöhnlich unter dem negativen [2]). Das Stadium der latenten Reizung würde frühestens bei etwa 0″·010 enden, kann sich aber auch bis zu 0″·020 erstrecken. Hrn. Mayer's Ergebniss zeigt also, dass nicht bloss die negative Schwankung, sondern auch die positive Schwankung mindestens bis zu ihrem Maximum dem Stadium der latenten Reizung angehört. Hierin also hatte Hr. Holmgren sich geirrt; auch folgt am Differential-Rheotom auf die positive keine zweite negative Schwankung, wie er bei seiner Versuchsweise gefunden zu haben

1) S. die Beschreibung dieses Instrumentes in Pflüger's Archiv u. s. w. 1868. Bd. I. S. 175 ff.; — Bernstein, Untersuchungen über den Erregungsvorgang im Nerven- und Muskelsysteme. Heidelberg 1871. S. 9 ff. — Poggendorff's Annalen u. s. w. 1871. Bd. CXLII. S. 54. — Wo im Folgenden Theile des Instrumentes zu bezeichnen sind, bediene ich mich der von Hrn. Bernstein eingeführten Notation.

2) Dies Archiv, 1868. S. 655.

glaubte. Da er diese nicht näher beschrieben hat, so bleibt der Grund dieses Widerspruches vorläufig unbekannt.

Ich habe Hrn. Sigmund Mayer's schöne Versuche bestätigt und erweitert. Das Differential-Rheotom, dessen ich mich bediente, ist von Hrn. Zimmermann in Heidelberg geliefert, und von Hrn. Sauerwald überarbeitet. An der elektromagnetischen Maschine [1]), die das Rad dreht, brachte ich an Stelle des doppelten Voltameters mit Chlorcalciumlösung *u*, *v*, welches den Funken vernichten soll, einen inductionsfrei gewickelten [2]) Neusilberdraht von 45^{cm} Länge und $0{\cdot}23^{mm}$ Durchmesser an. Zwar blieb ein mit der Lupe erkennbares Fünkchen zurück, aber auch mit dem Chlorcalcium-Voltameter war ein solches da, während die Maschine mit dem Drahte so gut wie mit dem Voltameter lief, und die Vorzüge des Drahtes vor letzterem keiner Auseinandersetzung bedürfen. Die Maschine wurde stets mittels Eines Daniells im festen, und ihrer vier im beweglichen Kreise in Thätigkeit versetzt.

Ich kann nicht sagen, dass ich mit der Regulation der Umdrehungsgeschwindigkeit zufrieden gewesen wäre. Unstreitig wirkt der Regulator, wie er nicht anders kann, da die Maschine bei gespannter Feder schneller läuft als bei erschlaffter. Aber der von Hrn. Exner für seine Wirkung angeführte Beweis, dass der Ton einer durch die Maschine gedrehten Sirene fünf Minuten lang seine Höhe genau bewahrt habe, zeigt nur, dass die Maschine beständige Geschwindigkeit erlangt. Dies thut jedes Uhrwerk, worin ein mit der Geschwindigkeit wachsender Widerstand, wie Windflügel oder Reibung ihn erzeugen, schliesslich mit der beschleunigenden Kraft in's Gleichgewicht geräth. Eine beständige Geschwindigkeit annehmen und die Geschwindigkeit selbstthätig reguliren, sind ganz verschiedene Dinge. Auf alle Fälle vermag der Regulator unserer Maschine nur in engen

1) Sie ist von Hrn. Sigmund Exner beschrieben und abgebildet. Sitzungsberichte der Kais. Akademie der Wissenschaften zu Wien. 1868. Bd. LVIII. Abth. II. S. 602. — Die oben gebrauchten Buchstaben sind Hrn. Exner's Notation.

2) Beschreibung einiger Vorrichtungen und Versuchsweisen u. s. w. A. a. O. S. 122.

Grenzen die Geschwindigkeit beständig zu erhalten, wie sich sogleich zeigt, wenn man absichtlich die Stromstärke ändert. Abgesehen hiervon liegt in dem Quecksilber-Umschalter ein nicht zu beseitigender Quell von Unregelmässigkeiten. Es war leicht zu beobachten, dass bei reichlich gefüllten Gefässen des Umschalters die Maschine schneller lief als bei minder vollen. Bei schnellem Gange aber wurde stets Quecksilber aus den Gefässen geworfen, so dass deshalb die Maschine mit der Zeit langsamer gehen muss. Ich glaube, dass die moderne Technik mehrere Apparate besitzt, welche den Dienst, das Differential-Rheotom mit grosser und beständiger Geschwindigkeit zu drehen, besser und bequemer versehen würden, als diese Maschine. Mindestens sollte zur Verminderung des Luftwiderstandes der Regulator in eine Trommel eingeschlossen sein, wie das entsprechende Organ zur Selbstauslösung, mit dem ich das Helmholtz'sche Myographion versah [1]).

Auch am Rade des Rheotoms selber erlaubte ich mir eine Aenderung, die ich für eine Verbesserung halte. Die stählernen Spitzen p_1, p_2, die zuerst mit Kupfersulfat verkupfert, dann verquickt, die Leitung zwischen den Quecksilbergefässen q_1, q_2 herstellen, bewährten sich in meinen Versuchen nicht gut. Die Kupferhaut haftet ihnen zu locker an; beim schnellen Durchstreichen der Quecksilberkuppen wird sie bald zerstört; man hat oft Mühe sie zu erneuern und die Spitzen wieder zu verquicken. Galvanische Versilberung und Vergoldung leisteten wo möglich noch weniger. Mit Feuervergoldung giebt sich kein Arbeiter mehr ab. Schliesslich ersetzte ich die Stahlspitzen durch zwei passend zugeschnittene Streifen Blattkupfer, die in ein kleines, von Hrn. Sauerwald aus Hartgummi und Stahl höchst zweckmässig gearbeitetes Organ eingeklemmt werden, und sich natürlich vollkommen leicht und sicher verquicken lassen. Seitdem habe ich nicht wieder mit der Schwierigkeit zu kämpfen gehabt, an dieser Stelle sicheren und beständigen Schluss zu erhalten. Im Verlauf

1) A. v. Bezold, Untersuchungen über die elektrische Erregung der Nerven und Muskeln. Leipzig 1861. S. 85. Taf. I. Fig. 1 und 2.

einiger Tage zwar werden die Kupferstreifen durch das Quecksilber angefressen, und müssen dann erneuert werden, was aber das leicht und stets gleichmässig gelingende Werk weniger Minuten ist, um so mehr, als man die zugeschnittenen Streifen vorräthig hält. In der Zeit, wo nicht gearbeitet wird, lässt man die Spitzen nicht in das Quecksilber tauchen, welches sie verunreinigen, indem es ihre Zerstörung beschleunigt. Sie bleiben auch an der Luft gut mit Quecksilber benetzbar. Bemerkenswerth ist, dass die Quecksilbergefässe einen unerwartet grossen und überdies veränderlichen Widerstand haben, der unstreitig von unvollkommener Berührung zwischen Stahl und Quecksilber herrührt.[1])

Endlich den Kupferdraht d ersetzte ich durch einen Platindraht, der vielleicht ein paar Mal öfter erneuert werden musste, dafür aber stets sicher metallische Berührung bot.

Ich begann meine Arbeiten am Rheotom damit, zu bestimmen, welchen Bruchtheil des Stromes das in Drehung begriffene Rheotom im Bussolkreise bestehen liess. Schaltet man die Gefässe q_1, q_2 in den Bussolkreis ein, in welchem eine beständige Kette sich befindet, und verschiebt man sie so, dass die Spitzen p_1, p_2 während eines Bruchtheiles $\frac{n}{100}$ einer Umdrehung das Quecksilber der Gefässe berühren, so müsste man, falls nicht andere Umstände dazwischentreten, von der Umlaufsgeschwindigkeit an, wo die Ablenkung beständig wird, bei jeder Geschwindigkeit eine Ablenkung a erhalten, die zu der A bei dauerndem Schlusse zwischen q_1, q_2 sich verhielte, wie $n : 100$; oder, wenn man $a:A = Q$ setzt, müsste man haben

$$Q = \frac{n}{100}.$$

Den Bruch $n: 100$ kann man leicht bestimmen, indem man bei am Schieber festgeklemmtem Rade zuerst die Schieberstellung abliest, bei der die zweite Spitze das Quecksilber ihres Gefässes berührt, dann die Stellung, bei der die erste Spitze das Quecksilber ihres Gefässes verlässt. Es ist dies die von

1) Vergl. Siemens in Poggendorff's Annalen u. s. w. 1860. Bd. CX. S. 11. Anm.

Hrn. Bernstein mit $Sch_1 - Sch_2$ bezeichnete Winkelgrösse. Man kann natürlich auch umgekehrt dem Bruch $n:100$ innerhalb der durch den Apparat gestatteten Grenzen, an meinem Exemplare beiläufig zwischen Null und $\frac{6 \cdot 65}{100} = \frac{1}{15 \cdot 375}$, jeden beliebigen Werth geben.

Es fand sich, das Q stets kleiner ausfällt, als es sollte, und zwar um so kleiner, je grösser die Geschwindigkeit des Rades. Mit den verquickten Kupferspitzen blieb bei einer und derselben Geschwindigkeit, und wenn sonst nichts sich änderte, Q beständig genug. Allein bei wachsender Geschwindigkeit nahm Q schnell ab. $Sch_1 - Sch_2$ war z. B. $= 0 \cdot 03$ gemacht; Q hätte unter den obigen Annahmen also $= \frac{1}{33 \cdot 3}$ sein müssen. Statt dessen war Q bei ganz langsamem Gange (52 Fadenumläufe in der Minute) $= \frac{1}{40}$; bei mittlerem Gange (67 Umläufe) $= \frac{1}{50}$, bei schnellstem Gange (82 Umlaufe) $= \frac{1}{66}$. Grösser als $\frac{1}{37 \cdot 7}$ sah ich bei diesem Werthe von $Sch_1 - Sch_2$ Q beiläufig nie.

Was den Grund dieses Verhaltens betrifft, so wäre denkbar, dass bei grösserer Geschwindigkeit die Quecksilberkuppen nicht Zeit haben, zwischen dem Abreissen der Spitzen und deren Wiedereintauchen ihre Gleichgewichtsgestalt anzunehmen. Ihre Figur würde gleichsam stetig so entstellt, dass das Eintauchen der Spitzen mehr verzögert würde, als ihr Abreissen. Es ist möglich, dass ein Einfluss der Art stattfindet; der Augenschein lehrt aber, dass er nicht von Belang sein kann, denn bei seitlicher Betrachtung der Quecksilberkuppen bemerkt man nichts von der vorausgesetzten Entstellung, die der Beobachtung sich nicht entziehen könnte. Es giebt denn auch noch einen anderen Grund für die mit der Geschwindigkeit abnehmende Grösse von Q. In den Rollen der Bussole ist Gelegenheit zur Induction, d. h. zur Bildung eines Extrastromes gegeben, und in Folge davon findet während des kurzen Schlusses der Strom nicht Zeit, sich vollständig zu entwickeln. Die Richtigkeit dieser Erklärung zeigt sich darin, dass Q wirklich von der Geschwindigkeit unab-

hängig wird, wenn man bei passend verstärktem Strome die windungsreichen Rollen der Bussole durch eine einzige Windung ersetzt, also die Induction auf das geringste Maass beschränkt. Diese Einsicht ist wichtig, da, wenn die erste Vermuthung richtig gewesen wäre, die Brauchbarkeit des Rheotoms zu Zeitmessungen sehr zweifelhaft sein würde. Durch die Induction dagegen wird die Wahrnehmung des zeitlichen Verlaufes einer Stromschwankung nur in sofern gestört, als die Stärke der Wirkungen vermindert wird. So lange Widerstand des Kreises, Potential der Rollen auf sich selber und Schliessungszeit beständig bleiben, geschieht aber diese Verminderung proportional der Stromstärke, und sie ist also als eine vergleichsweise gutartige Störung anzusehen.

Im Uebrigen folgte ich der von Hrn. Bernstein für den Gebrauch des Rheotoms gegebenen Anleitung, und verweise deshalb auf sein Werk. Bei nachstehenden Versuchen betrug, wo es nicht anders gesagt ist, die Winkelgrösse $Sch_1 - Sch_2$ 0·03 des Kreisumfanges. Das Rad drehte sich in 1″ 8·85 Mal. Der Zeitwerth eines Hundertels war also 0″·00113. Der Strom des ruhenden Muskels war compensirt. Tetanisirt wurde, während das Rad stetig umlief, mittels eines grossen Schlitteninductoriums ohne Drahteinlage, in dessen Hauptkreise zwei grosse Groves säulenartig angeordnet sich befanden. So kräftige Vorrichtungen sind nöthig, weil der Strom im Hauptkreise vollends nicht Zeit hat, während die Spitze *p* den Draht *d* streift, seine Höhe zu erreichen.

Es gelang mir bald, die von Hrn. Sigmund Mayer am Gastroknemius beschriebene Erscheinung einer erst negativen, dann positiven Wirkung zu beobachten. Das Maximum der negativen Wirkung fand ich in einem sorgfältig geleiteten, tadellos gelungenen Versuche bei 0″·0079, das der positiven bei 0″·0125 nach der Reizung, was mit Hrn. Mayer's Angaben (S. oben S. 579) so genau wie möglich übereinstimmt.

Was ich mir hier zuerst vorsetzte, war, den Einfluss festzustellen, den auf den Verlauf der Schwankung solche Versuchsweisen üben, welche die Schwankung des Kniespiegel- oder des Achillesspiegelstromes verstärken: um so auch hier

zu beweisen, dass der negative Abschnitt der Schwankung vom Achilles-, ihr positiver Abschnitt vom Kniespiegel ausgeht. Bei diesen Versuchen verfolgte ich nicht mehr, durch Rücken des Schiebers von Theilstrich zu Theilstrich, jedesmal den ganzen Verlauf der Schwankung. Dies bedingt so häufiges Tetanisiren, dass leicht dem Muskel nachher zu weiteren Versuchen die Kräfte versagen. Ohnehin wurde in meinen Versuchen ein Muskel zuweilen 20—30 Mal tetanisirt. Ich stellte also gewöhnlich den Schieber so ein, dass schon gut ausgeprägt die negative, dann so, dass ebenso die positive Schwankung erscheinen musste. Nachdem ich so des normalen Verhaltens des Muskels mich versichert hatte, schritt ich zum Versuch, indem ich den Muskel längs dem Sehnenstreife der Tibialfläche aufschlitzte, anätzte, ihn überdehnte, oder in Thon hüllte.

Ich fürchtete anfangs, dass die Nachwirkung sich sehr störend einmischen würde. Dies war aber so weng der Fall, dass sie hier kaum vorhanden zu sein schien, wie ich glaube, wegen der geringen Zahl reizender Stromstösse in der Secunde, durch welche der Muskel tetanisirt wird. In der That belief sich diese Zahl unter den angegebenen Umständen auf nur etwa zehn, daher zwischen je zweien der Einzelzuckungen, aus denen der Tetanus bestand, die Nachwirkung Zeit hatte, sich zu zerstreuen, und nie eine ansehnliche Höhe erreichte.

Die Versuche mit Ueberdehnung misslangen, insofern es nicht glückte, die überdehnten Muskeln noch so oft wie nöthig erfolgreich zu tetanisiren. Bei gewöhnlichem Tetanus oder bei Einzelzuckungen kann eine einzige Beobachtung ein entscheidendes Ergebniss liefern: am Differential-Rheotom bedarf es dazu stets einer gewissen Anzahl von Bestimmungen.

Dagegen gelang es oft, mittels des Aufschlitzens und des Anätzens des Muskels längs des Sehnenstreifes der Tibialfläche, und mittels der Thonumhüllung, die positive Wirkung zu verstärken, die negative Wirkung zu schwächen, wie auch mittels des Anätzens des Achillesspiegels die doppelsinnige

Wirkung in rein negative zu verwandeln. Ich gebe unten[1]) Beispiele solcher Versuche, von denen man übrigens nicht erwarten darf, dass jedes in allen Stücken vollkommen sei. Schwierigere Versuche als diese wird es nur wenige geben, und man muss, im Einzelnen über manchen Anstoss hinwegsehend, froh sein, wenn aus ihrer Gesammtheit die gesuchte Wahrheit mit überzeugender Sicherheit quillt.

Es wird danach ein Zweifel über den Ursprung der positiven und negativen Wirkungen wohl kaum noch bleiben. Erstere sind der Ausdruck der negativen Schwankung des Kniespiegels, letztere rühren vom Achillesspiegel her. Und es verdient gewiss Beachtung, dass schon Hr. Sigmund Mayer,

---

1) Beispiele. — In nachstehenden Tabellen enthält der erste Stab, *Sch*, die Schieberstellungen, bei welchen die in den folgenden Stäben auf derselben Zeile verzeichneten Ausschläge vom compensirten und tetanisirten Muskel am Rheotom erhalten wurden. Die Reihenfolge der Stäbe entspricht der Folge der Versuche. Zwei Zahlen nebeneinander im Stabe bedeuten, dass die Prüfung wiederholt vorgenommen wurde, gewöhnlich aber erst, nachdem alle übrigen ersten Zahlen des Stabes beobachtet worden waren. Alle Versuche sind an Gastroknemien angestellt. Die Aetzung geschah stets mit Milchsäure ($\bar{L}$: HO:: 1 : 1).

I.

+ 200 cgr. Am Rheotom, nicht compensirt, in Ruhe: + 11 sc.

Sch		Sehnenstreif der Tibialfläche geäzt.
7	− 14	− 4
12	+ 11	+ 16; + 14

Die negative Schwankung erscheint vermindert, die positive erhöht.

II.

+ 136 cgr. Am Rheotom, wie in Tabelle I: + 4·5 sc

Sch		Achillesspiegel geätzt.
6	0	
7	− 2·5	
9	− 13; − 13	− 13
11	+ 4	
12	+ 5; + 3	− 12
15	0	− 10
18		− 8
20		− 5

Die doppelsinnige Schwankung ist rein negativ geworden.

dem diese Einsicht ganz fremd war, bemerkt: „An Muskeln

III.

+ 36 cgr. Am Rheotom: + 0·5 sc

Sch		Muskel aufgeschlitzt. — 208 cgr. A. Rh.: —4·5 sc.	Achillesspiegel geätzt.
3	− 4	− 3; − 1·5	
4	− 5·5	− 5; − 4·5	
7	+ 3	+ 5; + 4	− 7
8	+ 2·5	+ 4·5	− 10; − 9
12			− 8

IV.

+ 3·5 cgr. Am Rheotom: Null.

Sch		Muskel aufgeschlizt. 199 cgr. A. Rh.: — 6·5 sc.	Achillesspiegel geätzt.
5	− 13	− 4·5	
6	− 14; − 13·5		
6·5		− 7	− 3
7	− 14	− 6·5	
8	− 2·5	− 1	
9	+ Spur		− 6; − 4
9·5			− 10
10	+ 5	+ 8·5; + 7	− 4
10·5		+ 8·5	
11	+ 1·5		
12	0		
13			− 5

Das Aufschlitzen hat die negative Schwankung verkleinert, die positive erhöht; Anätzen des Achillesspiegels macht die Schwankung rein negativ.

V.

Thonversuch. O bedeutet ohne, M mit Thon.

Sch	O + 38 cgr. A. Rheotom: + 1 sc	M − 31 cgr. A. Rheot.: − 1·5 sc	O + 24 cgr. A. Rheot.: + 1 sc	M − 15 cgr. A. Rheot.: − 0·5 sc	O + 20 cgr. A. Rheot.: + 1 sc	M − 19 cgr. A. Rheot.: − 0·5 sc
6	− 10; − 13	+ 1	− 11	+ Spur		
6·5				+ 1		+ 5
7				+ 13	− 1	+ 7
7·5			− 16·5			
8			− 17			
9			− 16·5	+ 13	− 3	
10	+ 7·6	+ 2·5	− 13		− 3·5	+ 4
10·5		+ 3·5				
11	+ 10	+ 4·5	− 8·5		− 4	
12	+ 5	+ 4	− 5			
13	+ 1					

Dreimal nach einander bewirkt Umhüllung mit Thon, dass die negative Schwankung zurücktritt, die positive siegt. Es darf nicht übersehen werden, dass, wo im dritten Stabe (M) die positiven Zahlen kleiner als im zweiten Stabe (O) sind, dies die Folge der Nebenschliessung durch den Thon ist, wie denn auch blosse Verminderung negativer Wirkung durch Thonumhüllung nichts bedeutet.

„mit starkem Muskelstrom habe ich den positiven Theil der „Curve gewöhnlich vermisst, während die Curve regelmässig „die beschriebene ist, wenn die Muskeln von Haus aus „schwach elektromotorisch wirksam, oder durch Aufbewahren der Frösche in Eis künstlich parelektronomisch gemacht worden waren"[1]). Was Hrn. Mayer der Zufall bot, haben wir nach Willkür herbeizuführen gelernt, indem wir den Achillesspiegel in elektromotorischer Beziehung künstlich in den Zustand versetzten, in welchem er sich in Hrn. Mayer's „Muskeln mit starkem Muskelstrom" von Natur befand.

Bei alledem erheischt nunmehr die Vorsicht, dass wir mit den uns jetzt zur Verfügung stehenden Mitteln auch regelmässige von Längsschnitt und natürlichem sowohl wie künstlichem Querschnitt abgeleitete Muskeln auf den zeitlichen Verlauf ihrer Stromschwankung prüfen, um zu sehen, ob sich an ihnen etwas dem Vorgang am Gastroknemius Aehnliches zeige. Nach dem elektromotorischen Erfolge bei Einzelzuckungen und unvollkommenem Tetanus regelmässiger Muskeln (S. oben S. 521) ist dies zwar sehr unwahrscheinlich, allein in diesem Gebiete muss auch das Unwahrscheinlichste durch den unmittelbaren Versuch widerlegt sein, ehe sein Nichtstattfinden angenommen werden darf.

Ich habe diese Untersuchung mit aller Sorgfalt durchgeführt. Am Gracilis und Sartorius habe ich den Versuch mit natürlichem Querschnitt auf verschiedenen Stufen der Parelektronomie, am Gracilis auch mit thermischem Querschnitt angestellt, und habe in meinen zum Ueberdruss wiederholten Prüfungen nie andere als absolut negative Schwankung gesehen[2]).

Der Triceps femoris dagegen zeigt, wie wiederum nach seinem Verhalten bei Einzelzuckungen und Tetanus zu erwarten war, am Rheotom dieselben Erscheinungen, wie der Gastroknemius, zuerst einen negativen, dann einen positiven

---

1) Dies Archiv, 1868. S. 656.

2) Beispiele. Bezeichnungen die nämlichen wie oben. Die vier ersten Versuche sind am Gracilis angestellt.

Abschnitt seiner Schwankungscurve, von denen ersterer

I.

Sch	Unterer natürlicher Querschnitt + 243 cgr. Am Rheotom: + 3·5 sc	Oberer natürlicher Querschnitt + 318 cgr. Am Rheotom: + 4·8 sc
3	– 1·5	– 0·8
6	– 3·6	– 1
7	– 7	– 1·4
9		– 2
10	– 5	
12	– 2·5	– 1·3
14	– 1	
15		– 1·2
16	– 1	
18		– 0·8
20	– 1·5	
22	0	– 0·6
24	0	0
28	0	

II.

Sch	Oberer natürlicher Querschnitt + 248 cgr. Am Rheotom: + 47 sc	Unterer natürlicher Querschnitt + 136 cgr. Am Rheotom: + 3 sc
3	0	0
6	– 3·5	0
9	– 8	– 2·5
12	– 5	– 2
15	– 3·5	– 1
18	– 2·5	
20	– 1·5	– Spur
25	– Spur	
28	0	

III.

Sch	Unterer thermischer Querschnitt + 397 cgr. Am Rheotom: + 10·5 sc	Oberer natürlicher Querschnitt + 15 cgr. Am Rheotom: Null
2	0	
4	– 0·5	0
6	– 2·5	– 0·8
7	– 5	
9	– 6·5	– 3·5
11	– 2	
12	– 4	– 3·5
13	– 4	
14	– 3·5	– 2·8
16	– 2·5	– 2·3
18	– 1·5	
20		– 1·5
22		– 1·7
25		0

IV.

Sch	Oberer hermischer Querschnitt + 489 cgr. Am Rheotom: + 7 sc	Unterer natürlicher Querschnitt + 39 cgr. Am Rheotom: Null
4	0	0
6	– 2	– 1·8
9	– 1·2	– 3·5
12	– 1·2	– 1·8
13	– 1·3	– 1·5
16		– 1
19		– 0·8
22	– 0·8	– Spur
24	0	

mit Entwickelung des Patellaspiegelstromes, letzterer mit der des oberen Stromes stärker hervortritt[1]).

V. Sartorius.

An beiden Enden ist wegen hoher Parelektronomie der natürliche Querschnitt gegen Längsschnitt positiv.

Sch	Unterer natürlicher	Oberer Querschnitt
	– 44 cgr. Am Rheotom: – Spur	– 31 cgr. Am Rheotom: Null
3	0	
6	– Spur	0
9	– 1	– Spur
12	– 1	– Spur
15	– 1	0
20	0	

Dieser Sartorius war derselbe, an dem schon die oben S. 543 Anm. 1 mitgetheilten Beobachtungen angestellt worden waren. Ein anderer, an beiden Enden bis zur Positivität des natürlichen Querschnittes gegen den Längsschnitt parelektronomischer Muskel kam mir seitdem nicht vor. Ueber die der Seltenheit dieses Vorkommnisses beizulegende Bedeutung s. dies Archiv, 1871. S. 596.

1) Beispiele. Triceps. Werth eines Theilstriches des Rades $\frac{1}{1200}''$.

Sch	I. – 5cgr. Am Rheotom: Null	I. Patellaspiegel geätzt: + 246 cgr. Am Rheotom: + 28 sc	II. – 52cgr. Am Rheotom: – 7·3 sc	II. Das rothe Fleisch (der obere schräge Querschnitt) geätzt: – 234 cgr. Am Rheotom: – 37 sc
2	– 1		– 0·6	+ 7
4	– 1	– 1		+ 4·5
6	– 1	– 2	– 1·3	+ 2·4
8	– 0·8	– 6		+ 7·5
10	+ 3·5			
12	+ 7·3	– 3·5	+ 10	+ 10·6
14	+ 9			
16	+ 9·6	– 1·8	+ 12	+ 10·5
18	+ 8·6			
20	+ 8·4	– 1·4	+ 5	+ 10·3
22	+ 7·2			
24	+ 2·8	– 1		

Jetzt blieb noch zu versuchen, ob nicht bei Ableitung des Stromes von beiden Enden regelmässiger Muskeln doppelsinnige Schwankung erscheinen würde, da alsdann, wie am Gastroknemius und Triceps, zwei entgegengesetzte Ströme im Kreise sind. Wahrscheinlich war dies nicht. Denn beim Tetanisiren regelmässiger, von beiden Enden abgeleiteter Muskeln haben wir keine doppelsinnigen Wirkungen erhalten (S. oben S. 547), und die Gleichartigkeit des oberen und unteren Querschnittes an diesen Muskeln berechtigt in keiner Weise zur Erwartung eines verschiedenen zeitlichen Verlaufes der von ihnen ausgehenden Schwankungen. Dennoch ist es mir mehrmals gelungen, am Gracilis ähnliche Erscheinungen wahrzunehmen, wie am Gastroknemius, nur dass die Ausschläge kleiner waren. Selbst bei gleichem Unterschiede im zeitlichen Verlaufe der beiden Schwankungen würde sich dies aus der vergleichsweise geringeren Kraft des Gracilis überhaupt erklären[1]).

Durch diese Versuchsreihe ist vollends erwiesen, das es keine positive Schwankung im Meissner'schen Sinne giebt. Wo bei Zuckung oder Tetanus positive Schwankung erscheint, rührt sie stets von einer durch passende Methoden zu lösenden

---

1) Beispiele. Gracilis. Die aufsteigende Stromrichtung ist als positiv genommen.

Sch	I.	II.
	Oberer natürlicher Strom: —93 cgr	Oberer natürlicher Strom —143 cgr
	Unterer „ „ +90 „	Unterer „ „ +111 „
	Von beid. Knochenstück.: — 8 cgr	Von beid. Knochenstück.: — 41 cgr
	Am Rheotom: Null.	Am Rheotom: — 1·5 sc
3	0	0
6	— Spur	— 0·5
9	— 1·5	— 1·7
10		— 1·3
11	— 0·7	0
13	+ 1·5	+ 2
12	+ Spur	+ 2
14	0	— Spur
6		— Spur

Verwickelung her, und lässt sie sich als negative Schwankung eines versteckt gegenwärtigen, negativen Stromes entlarven.

Trotz dem Lichte, welches diese Einsicht über ein lange verdunkeltes Gebiet verbreitet, dürfen wir uns nicht verhehlen, dass hier Manches unklar bleibt. Wir wissen oft nicht, warum an bestimmten Muskeln die positive oder die negative Schwankung die Oberhand hat, da doch in der Ruhe der entsprechende Strom gerade der schwächere ist. Derselben Schwierigkeit sind wir an Muskeln begegnet, an denen wir dem einen oder anderen Strom künstlich den Sieg verschafft hatten (S. oben S. 547). Hier kann man sich wenigstens mit der Auskunft helfen, dass die Schwankung vom künstlichen Querschnitt aus durch das Versuchsverfahren, Aufschlitzen, Anätzen u. d. m. geschwächt sei; auf die im natürlichen Zustande befindlichen Muskeln passt diese Erklärung nicht.

Ebensowenig haben wir eine Vorstellung davon, warum in der Regel die negative Schwankung der positiven voraufgeht, oder warum erst die Achilles- oder Patellaspiegelstromschwankung, dann die des oberen Stromes vorwiegt.

Ferner habe auch ich Beispiele von dem Verhalten gesehen, welches Hr. Meissner als das allgemeine schildert, dass die positive Wirkung von Einzelzuckungen bei unvollkommenem Tetanus wächst, während vollkommener Tetanus sogleich negative Wirkung herbeiführt. Man versteht nicht, warum die Resultante bei Einzelzuckungen oder unvollkommenem Tetanus anders gerichtet ist, als bei vollkommenem Tetanus, da doch beide aus Einzelzuckungen bestehen. Man sollte meinen, das Zeichen des Unterschiedes der Integralwerthe der Schwankungen von beiden Spiegeln aus könne nicht durch die Zahl der Einzelzuckungen in der Zeiteinheit bestimmt werden. Wie oben S. 585 bemerkt wurde, fällt am Rheotom die Nachwirkung sehr schwach aus, und noch schwächer wird sie bei unvollkommenem Tetanus sein. Die Vermuthung liegt nahe, dass der Sieg der negativen Schwankung bei volkommenem Tetanus auf der mit solchem Tetanus verknüpften Nachwirkung beruhe. Ich zweifle nicht, dass hier der Schlüssel zum Räthsel liegt. Aber gefunden ist

er damit noch nicht, denn nun ist unverständlich, dass die Nachwirkung besonders den Achillesspiegelstrom ergreift, den Kniespiegelstrom dagegen verschont. Würden beide gleich davon betroffen, so wäre nämlich wieder kein Grund für Zeichenwechsel der Resultante.

Unerklärt bleibt der schon oben S. 574 bezeichnete Widerspruch zwischen dem Verlaufe der Schwankung bei Einzelzuckungen von Gastroknemien, wo sie durch Thon doppelsinnig gemacht wurde, und ihrem Verlaufe, wo sie von Natur so erschien. In den Versuchen am Rheotom zeigte sich nichts der Art, was doppelt unverständlich ist. Aber auch der zeitliche Verlauf der Schwankung bei vollkommenem Tetanus liess ähnliche Unterschiede erkennen, je nach der Art, wie sie doppelsinnig gemacht worden war. Nach dem Aufschlitzen war sie erst negativ, dann positiv, dann wieder negativ. Nach dem Ueberdehnen und dem Anätzen war sie erst positiv, dann negativ. Bei der Thonumhüllung dagegen, und am Triceps in den Fällen, wo sie von selber doppelsinnig erschien, war sie erst negativ, dann positiv (S. oben S. 353 ff.).

Endlich ist auch schon oben S. 577 bemerkt worden, dass Hrn. Holmgren's zweite negative Schwankung, die bei Einzelzuckungen der positiven Schwankung folgen soll, am Rheotom vermisst wird. Sie erscheint um so räthselhafter, je geringer uns selber die Nachwirkung am Rheotom sich darbot (S. oben S. 585).

Inzwischen sind dies Einzelheiten, die den Ausgangspunkt für weitere Forschungen abgeben mögen, die aber unsere Ueberzeugung nicht erschüttern können, dass die hier entwickelte Theorie im Allgemeinen das Rechte trifft.

Auch Hr. Meissner ist übrigens die Erklärung einer ähnlichen Schwierigkeit schuldig geblieben, oder vielmehr, er gedenkt ihrer nicht einmal. Wo bleibt, so hat schon Hr. Rosenthal gefragt,[1]) die positive Schwankung, die der angeblich wegen Zusammendrückung des Muskels erfolgenden negativen Schwankung bei sofortigem vollkommenen Tetanisi-

1) Fortschritte der Physik u. s. w. 1862. Berlin 1864. S. 829.

ren nach Hrn. Meissner's Lehre nothwendig voraufgehen müsste? Sie müsste sich als positiver Vorschlag zeigen. Davon ist aber keine Spur zu sehen.

Schliesslich ist hier noch ausdrücklich hervorzuheben, dass durch unsere Deutung der doppelsinnigen Schwankung am Gastroknemius die falsche Vorstellung vollends beseitigt wird, die man sich lange von der Schwankung des Muskelstromes bei Einzelzuckungen gemacht hat. Auf Grund der früheren Versuche am Gastroknemius war die Meinung entstanden, im Stadium der latenten Reizung breche die negative Schwankung mit grosser Schnelle herein, und verschwinde eben so schnell wieder, um positiver Schwankung zu weichen. Zwar wiesen schon Hrn. Bernstein's Erfahrungen an regelmässigen Muskeln darauf hin, dass wohl am Gastroknemius eine besondere Verwickelung obwalte, doch fehlte ihm die zu deren Lösung nöthige Einsicht in die Art, wie der Gastroknemiusstrom zu Stande kommt.[1]) Jetzt ist klar, dass das kurze Auftreten der negativen Schwankung nur ein Anschein ist, dadurch erzeugt, dass die positive Schwankung vom Kniespiegel aus ihr auf dem Fusse folgt, und sich von ihr abzieht. Dies wird durch den Verlauf der Schwankung nach Anätzen des Achillesspiegels bewiesen, wo die positive Schwankung zurücktritt, und der negative Curvenabschnitt mit allmählich abnehmender Grösse über die ganze Schwankungsperiode sich erstreckt. (S. oben S. 586. 587).

§. VIII. Ueber negative Schwankung am unbeweglich gemachten Muskel.

Es bleibt uns übrig, einige Angaben von Hrn. Meissner, die seine Theorie stützen und meine Lehre stürzen sollen, etwas genauer zu prüfen.

Seine Behauptung, dass die negative Schwankung auf Formveränderung des Muskels bei der Zusammenziehung beruhe, gründete Hr. Meissner erwähntermaassen (S. oben S. 567) auf zwei Beobachtungen.

1) Untersuchungen über den Erregungsvorgang u.s.w. S. 48. 50. 51.

Die eine bestand darin, dass, wenn der Muskel so zusammengedrückt werde, wie er selber bei der Verkürzung sich zusammendrücke, der Strom abnehme. Daraus schloss Hr. Meissner, dass die von ihm für stetig angesehene negative Schwankung von der Zusammendrückung bei der Verkürzung herrühre. Ich habe schon früher gezeigt, dass Hr. Meissner, weit entfernt in seinen Versuchen den Muskel so zusammenzudrücken, wie dieser selber bei der Verkürzung sich zusammendrückt, was unmöglich ist, ihn nur knickte, und dass die angebliche Abnahme des Stromes durch Zusammendrückung darauf beruhte, dass der Achillesspiegel in Falten gelegt wurde[1]). Hr. Meissner hat also, anstatt, wie er glaubte, eine neue und ausreichende Erklärung der negativen Schwankung beizubringen, in diesem Punkte sich einfach getäuscht.

Die zweite Beobachtung des Hrn. Meissner, die er mit grösster Schärfe hinstellt, ist, „dass die Verhinderung der Con- „traction, der Formveränderung des gereizten Muskels stets „eine Verminderung der negativen Stromesschwankung bedingt, „welche Verminderung so bedeutend werden kann, dass gar „keine Abnahme der Ablenkung des Magneten während des „Tetanus stattfindet. Es kann sogar das Gegentheil stattfin- „den“ [2]). „In einigen Fällen“ erhielt Hr. Meissner „auch starke „positive Schwankungen, viel bedeutender zuweilen, als sie „von frei hängenden Muskeln bei unvollkommenem Tetanus „durch die Wippe beobachtet wurden“. Den Uebergang zu letzteren Fällen bildeten solche, in denen der Spiegel leicht hin- und herschwankte[3]).

Hr. Meissner wusste den Widerspruch nicht zu erklären, in den er mit meiner Angabe gerieth, wonach, wie er sagt, „der Erfolg, d. h. die negative Stromesschwankung bei ge- „dehntem Muskel genau der nämliche war, als ob der Muskel „sich wirklich hätte zusammenziehen können[4])“. Allein hier waltet ein Missverständniss ob, denn ich sagte wörtlich und

1) Monatsberichte der Akademie u. s. w. 1867. S. 594.
2) A. a. O. S. 42.
3) A. a. O. S. 50. — Vergl. oben S. 567.
4) A. a. O. S. 45.

im Zusammenhange: „Man findet, dass der Erfolg genau der „nämliche ist, als ob der Muskel sich wirklich hätte zusammen-„ziehen können; die Nadel geht durch den Nullpunkt in den „negativen Quadranten über ihre Stellung in dem positiven „Quadranten hinaus, die Ladungen haben augenblicklich die „Oberhand. Ein gespannter Gastroknemius gab z. B. 40° Aus-„schlag, 6° beständige Ablenkung. Beim Tetanisiren schlug „die Nadel bis auf — 40° durch und stellte sich endlich auf „+ 5°; bei abermaligem Tetanisiren schlug sie auf — 35° durch. „Somit ist jede Möglichkeit abgeschnitten, die scheinbare Strom-„abnahme beim Tetanus von der Lageveränderung des Muskels „auf den Bäuschen herzuleiten u. s. w.“ [1]). Wie man leicht bemerkt, war meine Meinung nicht, dass der Erfolg des Tetanisirens der Grösse, sondern nur, dass er der Art nach genau der nämliche sei am gedehnten wie am freien Muskel. Hr. Meissner hat Recht, wenn er die Gründe entwickelt, aus denen, mit den damaligen Hülfsmitteln, am Multiplicator mit Platinelektroden, eine Bestimmung des Betrages der Schwankung sehr unsicher geblieben wäre. Um so weniger durfte er mir die Absicht beilegen, solche Bestimmung auszuführen. Ueber diese Bedenken brauchte ich wahrlich nicht erst von ihm Unterricht zu erhalten. Ganz aus der Luft gegriffen ist seine Behauptung, ich hätte nicht, wie er, nach Belieben zwischen dem gedehnten und ungedehnten Zustand schnell abwechseln können. Ich weiss wirklich nicht, wodurch ich Hrn. Meissner das Recht gab, mich solcher Unbeholfenheit zu zeihen. Die „grosse Streckvorrichtung“, deren ich mich bei diesen Versuchen bediente [2]), liess jenen Wechsel mindestens ebenso leicht zu, wie seine, viele Jahre später im Wesentlichen ganz gleich gebaute, im Unwesentlichen schwerlich verbesserte Anordnung. Auf alle Fälle konnte Hr. Meissner mir wohl zutrauen, dass, wenn ich die Behauptung genauer Gleichheit der Schwankung im gedehnten und ungedehnten Zustande hätte aufstellen wollen, ich dies nicht gethan haben würde, ohne die

---

1) Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. I. S. 73.
2) Untersuchungen a. a. O. S. 131.

angewendete Versuchsweise eingehend zu schildern, und ohne, statt nur den einen, beide zu vergleichende Zahlenwerthe mitzutheilen.

Was Hrn. Meissner's eigene Behauptung betrifft, dass an dem zur Unbeweglichkeit gedehnten Muskel die negative Schwankung ganz vermisst werde, so ist umgekehrt sie durchaus falsch, und es ist schwer zu verstehen, wie Hr. Meissner in solchen Irrthum verfallen konnte.

Schon Hr. Holmgren[1]) und Hr. Sigmund Mayer[2]) haben gegen Hrn. Meissner bemerkt, dass sie in dem elektromotorischen Verhalten unbeweglich ausgespannter und tetanisirter Gastroknemien keine Abweichung von dem gewöhnlichen Verhalten haben entdecken können. Ganz richtig ist dies nicht. Hr. Meissner hat Recht darin, dass die negative Schwankung am gedehnten Muskel kleiner ausfällt, als am freien, obschon dies aus seinen eigenen Versuchen nicht eindeutig folgt. Immer zeigt die Angabe der beiden Forscher, wie wenig Grund für Hrn. Meissner's Behauptung da sei, dass die Schwankung am unbeweglich gemachten Muskel vollständig verschwinde.

Wir selber haben im Vorhergehenden stets an gespannten Muskeln experimentirt. Wenn sie auch nicht mit äusserster Gewalt bis zur Unbeweglichkeit gedehnt waren, so waren sie es doch bis zu dem Grade, doch nur verschwindende Verschiebung der von den Thonspitzen berührten Punkte übrig blieb. Ich brauche nicht noch ausdrücklich zu bemerken, dass unter diesen Umständen die negative Schwankung unbehindert erschien. Sie verschwindet aber auch nicht bei der stärksten Spannung, welcher Gastroknemien ohne Zerreissung sich aussetzen lassen, nur wird sie in der Regel allerdings kleiner.

Beobachtet man abwechselnd im ungedehnten und gedehnten Zustand[3]) den Ausschlag durch die negative Schwankung

1) Dies Archiv, 1871. S. 242.

2) A. a. O. S. 656.

3) Wohlbemerkt ist unter ungedehntem Zustande hier stets ein Zustand solcher mässigen Dehnung verstanden, dass die Falten im Achillesspiegel bereits verstrichen sind.

bei compensirtem Strome des ruhenden Muskels, so findet man die Schwankung im gedehnten Zustande meist schwächer. In einzelnen seltenen und räthselhaften Fällen kam auch das Gegentheil vor, die Schwankung im gedehnten Zustand erschien stärker. Hr. Meissner hat aus der verkleinerten galvanometrischen Wirkung der negativen Stromschwankung am gedehnten Muskel ohne Weiteres auf Verkleinerung der Kraftschwankung geschlossen. Da er ohne Compensation arbeitete, hatte er aber nicht einmal die Abnahme der Kraft in der Ruhe sichergestellt[1]), geschweige die der negativen Kraftschwankung. Nichts liegt näher als der Verdacht, dass die unter diesen Umständen beobachtete Abnahme des Stromes des ruhenden Muskels und seiner Schwankung einfach auf Gestaltveränderung durch das Dehnen beruhe.

Diese Vermuthung lässt sich mit Hülfe des Helmholtz'schen Satzes von der gleichen gegenseitigen Wirkung zweier elektromotorischen Flächenelemente[2]) schärfer begründen. Eine beliebige dipolare Molekel der Grenzschicht des Achillesspiegels (um in der Sprache meiner Hypothese zu reden) ersetzen wir durch ein auf den Spiegel senkrechtes Flächenelement von gleicher Ausdehnung und Wirkung. Die Kraft dieses Elementes verlegen wir in einen, der Einfachheit halber gleich gross gedachten Querschnitt des linearen Bussolkreises. Diese Kraft heisse k, der Widerstand des Kreises mit Ausschluss des dehnbaren Muskels selber sei W. Der Einfachheit halber denken wir uns zunächst den Muskel cylindrisch, von der Länge l, dem Querschnitte q, und der specifischen Leitungsgüte s. Die Stromdichte D im Muskel, welcher die das Flächenelement durchströmende Elektricitätsmenge proportional ist, wird sein

$$D = \frac{k}{Wq + \frac{l}{s}}.$$

1) Vergl. Monatsberichte u. s. w. 1867. S. 576 581.

2) Poggendorff's Annalen u. s. w. 1853. Bd. LXXXIX. S. 353; — vergl. dies Archiv, 1871. S. 568.

Wird der Muskel zur Länge nl gedehnt, so wird sein Querschnitt $\frac{q}{n}$, und die neue Dichte

$$D_1 = \frac{k}{\frac{Wq}{n} + \frac{nl}{s}}.$$

Den Grössen D und D_1 nahe proportional sind die Elektricitätsmengen, die im freien und gedehnten Zustande das Flächenelement, und, da dieselbe Betrachtung auf alle Molekeln beider Spiegel passt, die Elektricitätsmengen, die in beiden Zuständen der Muskel durch den Bussolkreis sendet. Diesen Elektricitätsmengen muss bei gleicher Grösse der negativen Kraftschwankung wieder die negative Stromschwankung proportional sein.

Ob $D <$ oder $> D_1$, d. h. ob die negative Schwankung im Bussolkreise durch Dehnen des Muskels wächst oder abnimmt, hängt für $n > 1$ davon ab, ob

$$W > \text{oder} < n \,.\, \frac{l}{q\,s}.$$

$\frac{l}{q\,s}$ ist der Widerstand des Muskels. n kann man auf 1·25 bis höchstens 1·33 veranschlagen. Bei guter Ableitung vom Muskel ist unstreitig $W < n \,.\, \frac{l}{q\,s}$, und es müssen also Strom und negative Schwankung durch das Dehnen abnehmen.

Allerdings ist zu erwägen, dass Dehnen die Nebenschliessung verschlechtert, die der Muskel für den von den Spiegeln ausgehenden Strom in Bezug auf den Bussolkreis bildet, und dass nach einem früher von mir entwickelten Satze[1]) der Achillesspiegelstrom dadurch mehr verstärkt wird, als der Kniespiegelstrom. Dehnen schwächt also, bei kleinem W, die Ströme von beiden Spiegeln aus, den vom Achillesspiegel aus aber weniger als den vom Kniespiegel aus. Es sind Umstände denkbar, unter welchen hierdurch die Abnahme des Stromes und seiner Schwankung durch das Dehnen überwogen werden könnte; doch dürfen wir über diese Verwickelung fortsehen.

---

1) Dies Archiv, 1871. S. 585.

Der vermindernde Einfluss des Dehnens auf die Stromstärke des ruhenden Muskels lässt sich durch Compensation beseitigen, wie ich dies schon vor langer Zeit that[1]). Es zeigt sich bekanntlich, dass in den meisten Fällen dennoch eine Stromabnahme übrig bleibt, welche also auf Abnahme der Kraft durch das Dehnen zu deuten ist. Die negative Schwankung im Tetanus dagegen lässt sich nicht compensiren (S. oben S. 530). Doch weisen die Formeln auf ein Mittel hin, um auf anderem Wege zu entscheiden, ob man in der Verminderung der Schwankung durch das Dehnen es bloss mit einer Wirkung veränderten Widerstandes oder auch mit einer Verminderung der Kraftschwankung zu thun habe. Es braucht nur W hinlänglich vergrössert zu werden, so muss bei gleichbleibender Kraftschwankung die negative Stromschwankung durch Dehnen zu-, statt abnehmen. Um so mehr muss dies der Fall sein, als nun die vergleichsweise Verstärkung des Achillesspiegelstromes mit der sonstigen Wirkung der Gestaltveränderung sich verbindet, um die vom Muskel nach aussen gelangenden Wirkungen zu verstärken. Wenn also, trotz der Vergrösserung von W, die negative Schwankung vom gedehnten Muskel aus fortfährt, kleiner als vom freien aus zu erscheinen, so ist dies nur so zu erklären, dass beim Dehnen auch die Kraftschwankung sinkt.

Vielleicht sind so Hrn. Meissner's Ergebnisse durch die von ihm gewählte Art der Ableitung mittels feuchter Fäden ohne sein Wissen und Wollen richtiger geworden, als sie sonst hätten sein können[2]).

Das Verfahren, um einen grossen Widerstand in den Muskelkreis einzuführen, wurde schon oben S. 530. 531 beschrieben. Ich habe eine ziemliche Anzahl von Versuchen am Gastroknemius so angestellt, dass ich abwechselnd ohne und mit Widerstandsrohr im Kreise die negative Schwankung abwechselnd im ungedehnten und im gedehnten Zustande bestimmte. Bei den Versuchen mit Widerstandsrohr musste die Empfind-

---

1) Monatsberichte u. s. w. 1867. S. 582.
2) Vergl. Monatsberichte u. s. w. 1867. S. 581.

lichkeit der Bussole erhöht werden, daher die Zahlen aus den Versuchen mit und ohne Rohr nicht vergleichbar sind. Um den Einfluss der Zeit und des öfteren Tetanisirens beurtheilen zu können, wurden die Versuche in regelmässigen Zeiträumen, nämlich alle zwei Minuten, angestellt. Untenstehende Tabelle giebt ein Bild dieser Versuche[1]).

Es stellte sich heraus, dass auch mit dem Widerstandsrohr im Kreise die negative Schwankung am gedehnten Muskel stets kleiner ausfällt, als am ungedehnten.

Schon dies reichte aus, um zu zeigen, dass es sich dabei nicht bloss um Abnahme der Schwankung der Stromstärke durch vermehrten Widerstand, sondern um Abnahme der Kraft han-

---

1) Die Zahlen *A* sind Ablenkungen durch den Strom des ruhenden Muskels, die Zahlen *S* negative Schwankungen, d. h. durch den Tetanus bewirkte rückgängige Bewegungen des Scalenbildes.

Gastroknemius

		I.			II.		
		A	*S*	$\frac{A}{S}$	*A*	*S*	$\frac{A}{S}$
Min.	Muskel	Ohne Widerstandsrohr.					
0	frei	122 sc	75 sc	1·63	277 sc	209 sc	1·32
2	gedehnt	85	39	2·18	119	97	1·22
4	frei	102	56	1·81	113	94	1·20
6	gedehnt	54	21	2·57			
		Mit Widerstandsrohr.					
0	frei	5·7	3·0	1·90	8·0	4·8	1·67
2	gedehnt	3·4	1·2	2·83	4·0	2·8	1·43
4	frei	4·0	1·4	2·86	5·6	5·8	0·97
6	gedehnt	3·2	1·2	2·67	4·2	1·5	2·80
8	frei	4·2	1·7	2·47			
10	gedehnt	2·1	1·6	1·31			
		Ohne Widerstandsrohr.					
0	frei	64	19	3·37	97	88	1·10
2	gedehnt	22	3	7·33	58	51	1·14
4	frei	64	6	10·67	83	62	1·34
6	gedehnt	29	1·5	19·33	39	34	1·15

delt. Durch das Dehnen wird in den obigen Formeln k zu $k - \delta$, und man hat sich zu denken, dass deshalb, trotz

$$W > n \cdot \frac{l}{qs}, \quad D_1 = \frac{k - \delta}{\frac{Wq}{n} + n \cdot \frac{l}{s}} < D.$$

Es kann nun aber noch gefragt werden, ob auch im Verhältniss zur ursprünglichen elektromotorischen Kraft die negative Schwankung durch Dehnung verkleinert werde. Um dies zu untersuchen, müssen die Reihen der Quotienten aus den negativen Schwankungen in die ursprünglichen Stromstärken aufgestellt werden, wie es in umstehenden Tabellen geschehen ist. Diese Reihen haben kein sicheres Gesetz erkennen lassen. Oft zwar, namentlich zu Anfang der Versuche, zeigte sich die negative Schwankung nicht bloss absolut, sondern auch relativ durch die Dehnung verkleinert. Andere Mal war der Unterschied verschwindend oder es trat das Entgegengesetzte ein, so dass ich den Eindruck erhielt, als bekämpften sich dabei zwei Wirkungen.

Erinnert man sich der ermüdenden und auf die Dauer dem Muskel verderblichen Wirkung des Dehnens[1]), so liegt die Vorstellung nahe, dass die negative Schwankung am gedehnten Muskel deshalb relativ kleiner ausfalle, weil vielleicht schon die Abnahme des Stromes in der Ruhe als stetige negative Schwankung aufzufassen sei. Ein stark gedehnter Muskel ist vielleicht in fibrillärem Tetanus begriffen, welcher der Spannung wegen nicht sichtbar wird, und wegen der Ungleichzeitigkeit der Stösse in den einzelnen Bündeln, ja in deren verschiedenen Strecken, nicht durch secundären Tetanus sich verräth. Auf der anderen Seite könnte man, mit Hinblick auf Hrn. Heidenhain's Erfahrungen[2]), sich denken, dass durch Dehnung der Muskel zu grösserer Arbeitsleistung veranlasst werde, mit welcher, wie die Wärmeentwickelung, so auch die negative Schwankung wachse. Doch ist zu bemerken, dass Dehnung zur Unbeweglichkeit einer grösseren Belastung entspricht, als dass noch da-

1) Vergl. Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. I. S. 70.

2) Mechanische Leistung, Wärmeentwicklung und Stoffumsatz bei der Muskelthätigkeit u. s. w. Leipzig 1864. S. 89. ff.

bei Erhöhung der Arbeitsleistung, Wärmeentwickelung und negativen Schwankung angenommen werden könnte. Auch stimmt es nicht mit dieser Vermuthung, dass, wie mir hat scheinen wollen, gerade am ermüdeten gedehnten Muskel die negative Schwankung oft relativ grösser sich zeigte, als am ermüdeten ungedehnten.

Um dies, und noch mancherlei, was hier dunkel bleibt, in's Klare zu ziehen, hätte es noch einer langen und mühsamen Versuchsreihe bedurft, zu der die Zeit mir fehlte. Wie dem auch sei, die negative Schwankung, absolut genommen, nimmt also in der Regel bei der Dehnung ab, und zwar in Folge einer Abnahme der Kraftschwankung. Völlig unrichtig aber ist, wie ich kaum zu wiederholen brauche, Hrn. Meissner's Behauptung, dass die negative Schwankung bei der Dehnung verschwinde. Geschieht dies je, so erfolgt auch nach dem Abspannen keine negative Schwankung mehr, d. h. der Muskel versagt die Zusammenziehung.

Dagegen ereignet es sich zuweilen, dass an einem stark gedehnten Muskel die Schwankung beim Tetanus unsicher in ihrer Richtung wird, und bei noch stärkerer Dehnung in die positive Richtung umschlägt. Dies ist der schon oben S. 552 ausführlich erörterte, und als Ueberdehnung bezeichnete Fall, wo durch Dehnung der Kniespiegel subcutan in künstlichen mechanischen Querschnitt verwandelt ist. Natürlich bleibt hier die Wirkung auch am abgespannten Muskel positiv. Ich kann nicht umhin, meine Ueberzeugung auszusprechen, dass solcher Art die Fälle waren, in denen Hr. Meissner glaubte, dass die Dehnung die Schwankung umgekehrt habe, so dass „starke „positive Schwankungen" erschienen, „viel bedeutender zuweilen, „als sie von frei hängenden Muskeln bei unvollkommenem Teta„nus durch die Wippe beobachtet wurden." (S. oben S. 567. 595).

Um noch anders als durch Dehnung mich davon zu überzeugen, dass Unbeweglichkeit des Muskels die negative Schwankung nicht verhindere, versuchte ich den Muskel in einer Papierröhre oder Patrone mit Gyps zu umgiessen. Nach Erhärtung des Gypses entblösste ich Haupt- und Achillessehne, und legte ihnen ableitende Thonspitzen an. Allein der

Versuch scheiterte an dem mir nicht ganz unerwarteten Umstande, dass die Nebenschliessung durch den Gyps die elektromotorische Wirkung des Muskels bis zur Unmerklichkeit schwächte[1]).

Ich versuchte daher, den Muskel, statt mit Gyps, mit einem rasch erstarrenden Nichtleiter zu umgiessen. Ich schmelzte Kolophoniumkitt, so dass er eben leichtflüssig war; die Temperatur betrug 71° C. In den Kitt tauchte ich möglichst kurze Zeit das Nervmuskelpräparat, am Nerven gehalten, bis zur Eintrittsstelle des Nerven ein, wo ich etwas Bindegewebe zum Schutze des Nerven gelassen hatte. In Berührung mit dem Muskel erstarrte der Kitt augenblicklich, und nachdem er auch aussen hinreichend abgekühlt war, konnte ich das Eintauchen ohne weitere Gefahr für die Leistungsfähigkeit wiederholen. So fuhr ich fort, bis der Muskel, nach Art einer candirten Mandel, mit einer hinreichend dicken, völlig starren Schicht von Kitt umgeben war, die nur noch im Allgemeinen seine Gestalt nachahmte, und aus welcher der Nerv heraushing. Die Achillessehne wurde vorsichtig entblösst, und es wurden ihr und dem Bindegewebe in der Kniekehle ableitende Thonspitzen angelegt. Nun hatte ich die Genugthuung, da zugleich die Parelektronomie des Achillesspiegels durch die Hitze des Kittes zum Theil aufgehoben war, von dem ganz unbeweglichen Muskel in der Ruhe eine angemessen starke Wirkung (530; 476 ^{cgr}) und im Tetanus — 57; — 50 ^{sc} Ablenkung zu erhalten[2]).

---

1) Dies Archiv, 1871. S. 579.

2) Schon E. Harless hat, zu einem anderen Zwecke, den Muskel auf ähnliche Art unbeweglich zu machen versucht, wie es oben beschrieben wurde (Ueber die Leistung, Ermüdung und Erholung der Muskeln. Münchener Sitzungsberichte, 1861. I. S. 67.) Auch er musste auf den Gebrauch von Gyps verzichten, weil die Nebenleitung durch den Gyps den Strom, den er zur Reizung durch den Muskel sandte, zu sehr schwächte. Er ersetzte den Gyps durch bei 25° C. schmelzende Cacaobutter. Es gelang aber Harless nicht, den Muskel ganz unbeweglich zu machen; stets blieb eine Verkürzung um etwa 0·4 ^{mm} zurück.

Da Harless keine Luftblasen neben dem Muskel entdeckte, und

Hrn. Meissner's zweite Beobachtung, durch welche er meine Lehre von der negativen Schwankung des Muskelstromes im Tetanus gestürzt zu haben glaubte, ist somit als eben so falsch nachgewiesen, wie die erste.

§. IX. Ueber die secundäre Zuckung vom frei beweglichen und vom gedehnten Muskel aus.

Während nach Hrn. Meissner die galvanometrisch beobachtete negative Schwankung an dem bis zur Unbeweglichkeit gedehnten Muskel verschwinden sollte, sollte dagegen in vielen Fällen die secundäre Zuckung durch Dehnung an Stärke zunehmen (Vergl. oben S. 567). Auch hierin fand sich Hr. Meissner im Widerspruch mit mir, da ich gesagt hatte, dass die secundäre Zuckung vom gedehnten Muskel aus schwächer als vom freien Muskel aus erfolge [1]).

Die Angabe, dass Ausspannen des primär zuckenden Muskels bis zur Unbeweglichkeit die secundäre Zuckung verstärke, war übrigens zur Zeit, wo Hr. Meissner sie veröffentlichte, nicht mehr neu. Sie findet sich schon früher bei Hrn. Brown-Séquard, der aber hinzufügt, dass bei ganz abgespanntem Muskel, nach Durchschneidung der Sehne, die secundäre Zuckung ausbleibe [2]). Für letztere Behauptung beruft er sich auf Matteucci, und sie findet sich wirklich bei diesem

die Cacaobutter hinlänglich starr war, schloss er, trotz den bekannten Erfahrungen Gruithuisen's, Paul Erman's, Ed. Weber's und Marchand's, und Hrn. Kühne's (Myologische Untersuchungen. Leipzig 1860. S. 224), dass der Muskel bei der Zusammenziehung sich stark genug verdichte, um jenen Erfolg zu erklären. Ein ungleich näher liegender Erklärungsgrund ist aber Harless entgangen, dass er nämlich vor dem Umgiessen den Muskel auf seiner ganzen Oberfläche sorgfältig mit Olivenoel bestrich. Er wollte dadurch bewirken, dass die Cacaobutter dem Muskel sich vollkommen anschmiege. Er übersah merkwürdigerweise, dass er dadurch dem Muskel Raum zur Bewegung schuf. Bei hinreichender Dicke der Oelschicht hätte sich ja der Muskel ganz frei bewegt, wäre auch die Cacaobutter Gussstahl gewesen.

1) Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. I. S. 119. 120. 133.

2) Course of Lectures on the Physiology and Pathology of the Central Nervous System. Philadelphia 1860. p. 6. 7.

Schriftsteller[1]). Matteucci hat über die secundäre Zuckung viel Sinnloses gedruckt, diesmal jedoch sich übertroffen.

Um zu beurtheilen, mit welcher Leichtigkeit unter verschiedenen Umständen secundäre Zuckung eintritt, hat Hr. Meissner den von Hrn. Rosenthal in die Technik der Reizversuche eingeführten Kunstgriff[2]) benutzt, d. h. er hat zum Maasse jener Leichtigkeit die Entfernung zwischen Haupt- und Nebenrolle des Schlitteninductoriums gemacht, bei welcher der primäre durch die Schläge der Nebenrolle erzeugte Tetanus eben anfängt, secundären Tetanus zu erzeugen. Die günstigere Anordnung ist natürlich die, wo bei grösserem Abstand der Nebenrolle von der Hauptrolle secundäre Zuckung erscheint[3]). Den secundären Nerven, um kürzehalber so mich auszudrücken, legte Hr. Meissner stets dem primären Muskel an. Diese Anordnung hatte auch Hr. Brown-Séquard bei seinen Versuchen getroffen.

Begierig, den Grund des Unterschiedes zwischen Hrn. Meissner's und meinen Wahrnehmungen aufzufinden, habe ich mich zunächst genau an seine Versuchsweise gehalten. Ich konnte sie noch leicht sehr vervollkommnen durch Anwendung zweier ihm noch nicht zugänglichen Hülfsmittel, nämlich erstens der Helmholtz'schen Anordnung am Schlitteninductorium, zweitens der Zuleitungsröhren mit unpolarisirbaren Thonspitzen, durch welche die Schläge des Inductoriums dem primären Nerven zugeleitet wurden. Zum Dehnen des primären Gastroknemius diente die oben S. 552 erwähnte, mit Zahn und Trieb versehene Vorrichtung.

Unter diesen Umständen begegnete es auch mir in der That ziemlich oft beim Nähern der Nebenrolle secundäre

---

1) „Non esiste alcun altro tessuto organico che irritato in un modo qualunque svegli la contrazione indotta: il muscolo stesso, se preso sopra rane uccise col curaro o coi tendini tagliati in modo che irritando il nervo non insorga la contrazione, non dà luogo alla contrazione indotta." Corso di Elettro-Fisiologia in sei Lezioni ec. Torino 1861. p. 133.

2) Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere. 1857. Bd. III. S. 185 ff.

3) A. a. O. S. 43. 44.

Zuckung früher vom gedehnten, als vom ungedehnten Muskel aus zu erhalten. Der Unterschied der Rollenabstände war indess nur klein. Selten erreichte er 1^{cm} bei etwa 15^{cm} Rollenabstand; in vielen Fällen war gar keiner vorhanden.

Immerhin liegt hier eine neue und merkwürdige Thatsache vor. Was sie aber noch merkwürdiger macht, und Hrn. Meissner ganz entging, ist, dass Verstärkung der secundären Zuckung durch Dehnen nur eintritt, wenn der secundäre Nerv dem primären Muskel anliegt. Bekanntlich kann man der secundären Zuckung noch eine andere, in gewisser Hinsicht rationellere Gestalt geben, die ich zuerst ihr ertheilte [1]). Dazu öffnet man den Kreis des wie gewöhnlich abgeleiteten Muskelstromes irgendwo, und überbrückt die Lücke mit dem secundären Nerven, indem man sich bemüht, den Widerstand, abgesehen vom Nerven, so wenig wie möglich zu vergrössern. Am besten und einfachsten wird dies erreicht, indem man das Thonschild des einen Zuleitungsgefässes in etwa 1^{cm} Entfernung von dem Elfenbeinschlitze der Streckvorrichtung aufstellt, in welchem die Achillessehne so eingequetscht ist, dass der ausserhalb befindliche Sesamknorpel sie am Durchgleiten verhindert [2]). Dann brückt man den secundären Nerven über die Lücke zwischen Sesamknorpel und Thonschild, während die Zuleitungsgefässe metallisch, wenn man will, durch die Bussole, zum Kreise geschlossen werden.

Bei diesem Verfahren wird erstens grössere Nähe der Nebenrolle nöthig, um secundäre Zuckung zu erhalten. Zweitens habe ich dabei nie Verstärkung der secundären Zuckung durch Dehnen gesehen, sondern im Gegentheil oft Schwächung. In günstigen Fällen konnte ich mit demselben Paare von Nervmuskelpräparaten abwechselnd beobachten: bei dem, eine Lücke im Kreise überbrückenden Nerven, Schwächung der secundären Zuckung durch Dehnen; bei, dem primären Gastroknemius anliegendem Nerven, Verstärkung der secundären Zuckung durch Dehnen.

---

1) Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. I. S. 88.
2) Vergl. Monatsberichte u. s. w. 1867. S. 580.

Schwächung der secundären Zuckung durch Dehnen erfolgt auch, wenn man den secundären Nerven, anstatt ihn dem primären Gastroknemius anzulegen, von zwei verschieden hohen Punkten des Achillesspiegels im Bogen herabhängen lässt.

Hrn. Meissner's Angaben über die secundäre Zuckung sind also unvollständig, und insofern auch gewiss unrichtig, als er die zwischen galvanometrisch gemessener negativer Schwankung und secundärem Tetanus im Allgemeinen herrschende Proportionalität leugnet.

Verfolgt man die negative Schwankung im Bussolkreise, in welchem ein Nerv sich befindet, galvanometrisch, so sieht man sie selbstverständlich durch die Dehnung ebenso bis zu einem gewissen Grad abnehmen, als wäre der Nerv nicht vorhanden. Niemand wird daran zweifeln, dass, wenn man die negative Schwankung innerhalb des dem primären Muskel anliegenden secundären Nerven galvanometrisch verfolgen könnte, sie gleich dem secundären Tetanus durch das Dehnen wachsen würde. Von Hrn. Meissner's Theorie, wonach secundäre Zuckung und negative Schwankung nichts sollten miteinander gemein haben, vielmehr jene durch eine galvanometrisch als positive Schwankung sich kundgebende Entladung, diese durch Formveränderung des Muskels bedingt sein sollte, kann nach allem Vorigen die Rede nicht mehr sein. Es verdient aber nochmals bemerkt zu werden (Vergl. oben S. 567. 568), dass aus dieser Theorie durchaus kein Grund sich ergiebt, warum die secundäre Zuckung durch Dehnen verstärkt werden sollte.

Hr. Meissner lässt diese augenfällige Schwierigkeit, welche für seine Theorie eintritt, unerwähnt. Er begnügt sich damit, die Gründe anzugeben, aus denen der Unterschied zwischen der secundären Zuckung bei gedehntem und der bei freiem Muskel nicht von Lageänderung des Nerven auf dem Muskel habe herrühren können. „Sorgfältig wurde beobachtet," sagt er, „dass der Nerv des stromprüfenden Präparats dem primären „Muskel in gleicher Ausdehnung anlag während des gedehnten „und nicht gedehnten Zustandes"[1]). Ich halte dies beiläufig für

1) A. a. O. S. 43.

unmöglich; dennoch glaube auch ich nicht, dass dies die Ursache des fraglichen Unterschiedes sei. Ebensowenig beruht er auf einem anderen Umstand, an den zu seiner Erklärung wohl zu denken wäre, und der Hrn. Meissner auch entgangen war, ich meine das Glätten der Falten im Achillesspiegel, in Folge dessen das Dehnen anfänglich oft mit Stromverstärkung einhergeht[1]). Die Verstärkung des secundären Tetanus findet auch statt beim Dehnen von dem Punkt an, wo schon alle Falten im Achillesspiegel verstrichen sind[2]). Auch wäre unverständlich, warum dann nicht der secundäre Tetanus von dem eine Lücke überbrückenden Nerven aus, wie auch die galvanometrisch gemessene negative Schwankung, gleichfalls durch Dehnen verstärkt würden.

Die Verstärkung des secundären Tetanus vom aufliegenden Nerven aus kann auch nicht davon herrühren, dass das Dehnen die Neigung der Bündelaxen gegen den Achillesspiegel vergrössert. Zwar könnte dadurch die dem Spiegel parallele Componente der Strömung wachsen, welche (nach meiner Hypothese) von den dipolaren Molekeln der Grenzschicht ausgeht, und in Folge davon die negative Schwankung zunehmen. Allein auch dieser Einfluss müsste in gleicher Weise die secundäre Zuckung vom aufliegenden Nerven aus, die von dem eine Lücke überbrückenden Nerven aus, und die galvanometrisch gemessene negative Schwankung treffen.

Dasselbe gilt schliesslich, wenigstens für die auf beiderlei Art abgeleiteten secundären Zuckungen, von der Hypothese, dass durch das Dehnen der zeitliche Verlauf der Schwankung ein anderer werde.

Es ist vielmehr klar, die hier zu lösende Aufgabe besteht darin, begreiflich zu machen, wie trotz der unzweifelhaft zwischen Haupt- und Achillessehne beim Dehnen stattfindenden

1) Monatsberichte u. s. w. 1867. S. 582 ff.

2) Es kommt zwar, wie ich selber sah, an regelmässigen Muskeln, und nach Hrn. Meissner auch am Gastroknemius vor, dass eine nicht auf Glättung von Sehnenspiegeln beruhende positive Wirkung das Dehnen begleitet, doch ist diese zu selten und gering, um hier berücksichtigt zu werden. Vergl. a. a. O. S. 591.

Abnahme des Spannungsunterschiedes in der Ruhe und seiner negativen Schwankung im Tetanus, dennoch das Dehnen Verstärkung der secundären Zuckung vom aufliegenden Nerven aus erzeuge. Um dies darzulegen, verfahren wir folgendermaassen.

Der dem Achillesspiegel anliegende Nerv heisse N_A, der eine Lücke überbrückende N_L. Die secundäre Zuckung von N_A und N_L aus setzen wir proportional der Stärke des Stromes des ruhenden nicht parelektronomischen Muskels in N_A und N_L. Dadurch ist unsere Aufgabe im Wesentlichen zurückgeführt auf die, anzugeben, mit welcher verhältnissmässigen Stärke N_A und N_L im freien und gedehnten Zustande des Muskels vom Muskelstrome durchflossen sind.

Für N_L haben wir diese Aufgabe schon näherungsweise gelöst. Die oben S. 598 ff. angestellte Betrachtung passt hier ohne Weiteres, da es keinen Unterschied macht, ob wir unter W uns nur den Widerstand des Bussolkreises denken, oder den des Bussolkreises mit darin befindlichem secundären Nerven. Nur dass im letzteren Falle W sofort als $> n \cdot \frac{l}{qs}$ anzunehmen ist, daher die unter diesen Umständen sich kundgebende Abnahme der secundären Zuckung der Abnahme der Kraftschwankung zuzuschreiben ist, welche die Verstärkung überwiegt, die sonst Folge der Gestaltveränderung sein würde.

Um nun zu erklären, warum gleichzeitig die secundäre Zuckung von N_A aus zuweilen wachse, gehen wir, natürlich an der Hand des Helmholtz'schen Satzes, zunächst wieder aus von einer dipolaren Molekel der Grenzschicht des Achillesspiegels. Diese Molekel aber, wie auch den Querschnitt von N_A, in welchen die Kraft des an Stelle der Molekel gedachten Flächenelementes verlegt werden soll, wählen wir diesmal, wenigstens anfangs, nicht beliebig, sondern so, dass das Flächenelement und der Nervenquerschnitt einander möglichst nahe, jenes unter diesem, in einer auf den Achillesspiegel orthogonalen Fläche sich befinden, welche, bei Durchströmung des Muskels seiner Länge nach, eine isoëlektrische Fläche sein wird.

Dabei ist sogleich klar, dass der wirksam gedachte Querschnitt des Nerven N_A durch das ihm nah gelegene Flächenelement eine ungleich grössere Elektricitätsmenge sende, als ein beliebiger ebenso stark wirksam gedachter Querschnitt von N_L, und dass dies, wenn auch nicht in gleichem Maasse, für alle dipolaren Molekeln des Achillesspiegels gelte. Sogar für die Kniespiegelmolekeln findet dasselbe statt. Dies erklärt zunächst, weshalb von N_A aus secundäre Zuckung bei grösserem Rollenabstand erfolgt, als von N_L aus. Noch kommt in Betracht, dass, wenn ein Theil der Schwankung des Kniespiegels von der negativen Schwankung des Achillesspiegels sich abzieht, der Unterschied ein kleinerer sein werde für den Nerven N_L, als für den N_A, der also auch so begünstigt erscheint.

Was den Unterschied der secundären Zuckung von N_A aus bei freiem und gedehntem Mnskel betrifft, so sehen wir vorläufig ab von der Abnahme der Kraftschwankung. Aus der allgemeinen Formel für die Stromdichte

$$D = \frac{K}{Wq + \frac{l}{s}}$$

folgt, dass bei Abnahme des Querschnittes der Strombahn, ohne gleichzeitige Verlängerung letzterer, die Stromdichte nur dann nicht zunimmt, wenn keine Strecke von unverändert bleibendem Querschnitt da ist, d. h. wenn $W = 0$ ist. Hier wird die Strecke W vorgestellt durch ein Stück des Nerven N_A selber. Es wächst also durch das Dehnen die Dichte in dem Querschnitt überhaupt; und das Flächenelement, für welches die Muskelmasse eine schwächende Nebenschliessung abgiebt, wird vom wirksam gedachten Querschnitt des Nerven N_A mehr Elektricität erhalten, als vor der Dehnung. Dasselbe gilt, wenn auch nicht in gleichem Maasse, für alle Molekeln des Achilles- und Kniespiegels. Die Stromdichte muss aber hier schneller mit der Dehnung wachsen, als bei dem eine Lücke überbrückenden Nerven, weil die Vermehrung der Dichte durch Verkleinerung des Querschnittes nicht wieder zum Theil aufgehoben wird durch Verlängerung der Strombahn. Und darum endlich vermag bei dieser Anordnung die Vermehrung der

Dichte die Verminderung der elektromotorischen Kraft häufig, wenn gleich nicht immer, zu überwiegen.

Die Sache läuft also, wie verwickelt sie auch beim ersten Blick sich darstelle, auf folgendes einfache Verhalten hinaus. In beiden Fällen, dem des aufliegenden und dem des eine Lücke überbrückenden Nerven, ist die negative Kraftschwankung am gedehnten Muskel verkleinert. In beiden Fällen ist ihre Wirkung auf den Nerven dagegen durch Formveränderung des Muskels verstärkt; in beiden Fällen bekämpfen sich diese beiden Einflüsse des Dehnens. Die Wirkung ist aber mehr verstärkt im Falle des anliegenden Nerven, und deshalb kann in diesem Falle zuweilen stärkere Zuckung vom gedehnten Muskel aus erfolgen; während im Falle des eine Lücke überbrückenden Nerven die Verminderung der Kraftschwankung stets den Sieg davonträgt über die Formveränderung.

Die für den eine Lücke überbrückenden Nerven gegebene Erklärung gilt auch für den, zwischen zwei ungleich hohen Punkten des Achillesspiegels im Bogen herabhängenden Nerven.

Man sieht also, dass Hrn. Meissner's Aufstellungen, sofern ihnen Richtiges zu Grunde liegt, anstatt meine Lehre zu stürzen, ihr nur Gelegenheit geben, abermals ihre Leistungsfähigkeit zu bewähren. Er selber konnte die Verstärkung der secundären Zuckung durch das Dehnen so wenig erklären, dass er die ihm daraus erwachsende Schwierigkeit mit Stillschweigen überging. Unsere Theorie vermochte die neue Thatsache sogleich als einleuchtende Folgerung aus längst niedergelegten Grundsätzen aufzufassen.

§. X. Weitere Bemerkungen über die secundäre Zuckung vom Muskel aus.

Nachdem erkannt war, dass die galvanometrisch gemessene negative Schwankung durch Umwandlung des natürlichen Querschnittes in künstlichen Querschnitt zunimmt, lag es nahe zu versuchen, ob auch die secundäre Zuckung auf diesem Wege sich verstärken lasse. Die Leichtigkeit, mit der secundäre Zuckung erfolgte, wurde auf dieselbe Weise, wie in den vori-

gen Versuchen, bestimmt. Um den Achillesspiegel zum Zwecke des Anätzens frei zu haben, wählte ich die Anordnung, bei der der secundäre Nerv eine Lücke im Muskelstromkreis überbrückt. Wenn bei Näherung der Nebenrolle an die Hauptrolle die ersten Zuckungen erschienen, bestrich ich den Achillesspiegel mit stark entwickelnden Flüssigkeiten, Kreosot, verdünnter Milch- oder Chlorwasserstoffsäure. Ich erhielt aber kein überzeugendes Ergebniss. Selbst wenn Verstärkung eingetreten wäre, hätte übrigens nur schwer entschieden werden können, ob sie nicht von unmittelbarer Muskelreizung durch die ätzenden Flüssigkeiten herrühre.

Uebrigens fragt sich, ob nicht durch das Anätzen eine die secundäre Zuckung vom Gastroknemius aus sonst begünstigende Eigenthümlichkeit seiner Schwankungscurve beseitigt wird. Es scheint als müsse die doppelsinnige Schwankung an einem mässig parelektronomischen Gastroknemius, als bestehend aus einem steil aufsteigenden und wieder absinkenden negativen Abschnitt, der alsbald in einen positiven Abschnitt überspringt, besonders geeignet sein, den secundären Nerven zu erregen. Nach Anätzung des Achillesspiegels steigt zwar der negative Abschnitt höher an, allein die Curve verweilt länger auf dem Maximum und sinkt nur langsam herab. Auf demselben Umstande mag es zum Theil beruhen, dass von regelmässigen Muskeln aus secundäre Zuckung merklich schwerer erfolgt, als vom Gastroknemius oder Triceps aus.

Ich ergreife diese Gelegenheit, um auf eine die secundäre Zuckung betreffende Angabe in meinen „Untersuchungen“ zurückzukommen. Ich habe dort gesagt: „Man findet, dass die „secundäre Zuckung erfolgt, welches auch die Richtung des „Stromes in dem aufliegenden Nerven sei, und man versteht „bei einiger Ueberlegung bald, dass dem nicht anders sein „könne. Man hat es nämlich, bei der Stromesschwankung „durch die Zusammenziehung, gewissermaassen mit einer dop- „pelsinnigen Wirkung zu thun, da der Strom sich bei jedem „tetanischen Stosse alsbald wieder eben so schnell auf seine „frühere Höhe erhebt, als er dieselbe eingebüsst hatte [1].“

1) A. a. O. Bd. II. Abth. I. S. 99.

Hierin hatte ich mich geirrt. Matteucci gab seitdem an, dass bei gewissen Anordnungen eine bestimmte Lagerung des Nerven in Bezug auf Centrum und Peripherie sich günstiger erweise als die umgekehrte. An die negative Schwankung, als Ursache der secundären Zuckung, glaubte Matteucci, der jene Schwankung kaum kannte, bekanntlich nicht. Die Ursache der secundären Zuckung suchte er in späterer Zeit (Vergl. oben S. 536.537 Anm.) in einer vom zuckenden Muskel ausgehenden Entladung, wie nach ihm Hr. Meissner; ja da er, unbekannt mit der Parelektronomie, die Möglichkeit secundärer Zuckung unter Lagebedingungen annahm, wo gar kein Muskelstrom den secundären Nerven durchfloss (Vergl. oben a. a. O.), so befleissigte er sich auch nicht, die Richtung des Stromes der ruhenden Muskeln oder Gliedmaassen im secundären Nerven festzustellen, vielmehr schloss er, nach den unvollkommenen Begriffen, die er vom Gesetze der Zuckungen hatte, umgekehrt aus leichterem Stattfinden der Zuckung bei bestimmter Lage des Nerven auf absteigende Richtung der hypothetischen Entladung im Nerven. Soweit übrigens seine rohen Anordnungen und wenig klaren Beschreibungen ein Urtheil darüber zulassen, war es die aufsteigende Richtung des Muskelstromes, die in seinen Versuchen sich wirksamer erwies, denn er sagt wiederholt, dass secundäre Zuckung am besten erfolge, wenn der secundäre Nerv dem primär zuckenden Unter- oder Oberschenkel von unten nach oben zu angelegt sei [1]). Wir werden aber gleich sehen, dass diese Lagerungsweise die Stärke der secundären Zuckung noch anders be-

---

1) „Continuando nell' esperienza, o avendo fin dal principio operato con rane galvanoscopiche non tanto vivaci, le contrazioni non si manifestono più che in quelle rane galvanoscopiche, che hanno il loro nervo disteso dall' estremità inferiore all' estremità superiore della gamba o della coscia." Lezioni di Elettro-Fisiologia ec. Torino 1856. p. 78. — Corso di Elettro-Fisiologia in sei Lezioni ec. Torino 1861. p. 135. — Vergl. Philosophical Transactions etc. 1850. p. 648. 649; — 1857. p. 140. 141, und, wie sich bei Matteucci von selbst versteht, an vielen anderen zum Theil aus Anmerkung 2. oben S. 537 ersichtlichen Stellen.

einflussen kann, als durch die dadurch bestimmte Richtung des Muskelstromes im secundären Nerven.

Ich habe seitdem zu verschiedenen Zeiten über diesen Gegenstand experimentirt, sowohl am Gestroknemius als an querdurchschnittenen regelmässigen Muskeln als primär zuckenden Muskeln. Bald rief ich durch Anfangsströme des Schlitteninductoriums, die ich mit dem Fallhammer erzeugte, Einzelzuckungen hervor, bald tetanisirte ich, wie in den vorigen Versuchen, den primären Nerven, und näherte die Nebenrolle der Hauptrolle bis zum Erscheinen von Zuckungen. Der secundäre Nerv lag bald dem primären Muskel in ganzer Länge an, bald berührte er ihn nur an zwei Punkten, indem ein Glimmerblättchen, in welches zwei Löcher gestanzt waren, mit Ausnahme dieser Stellen ihn vom Muskel schied; bald endlich überbrückte er eine Lücke in dem vom Muskelstrome durchflossenen Kreise.

Das Ergebniss war, dass man zwar oft keinen Unterschied im Auftreten der secundären Zuckung bei beiden Stromrichtungen sieht, wie mir dies begegnet war, als ich den Ausspruch in meinen „Untersuchungen“ that, dass aber auch ziemlich oft ein solcher Unterschied bemerkbar wird, jedoch in keinem bestimmten Sinne. Bald ist die absteigende, bald die aufsteigende Richtung günstiger. Liegt der Nerv dem Muskel an, so kann es natürlich geschehen, dass, abgesehen von der Stromrichtung, die eine Lagerungsweise günstiger als die andere ist. Im Allgemeinen wird es z. B. vortheilhafter sein, wenn das obere, mehr erregbare Ende des Nerven dem unteren Ende des Gastroknemius, der Achillessehne nahe, anliegt, wo die Muskelmasse, worauf wir jetzt zu achten gelernt haben, für den Achillesspiegelstrom geringere Nebenschliessung bildet. Dies kann der Grund gewesen sein, weshalb in Matteucci's Versuchen die Lagerung des Nerven „von unten nach oben“ auf dem primär zuckenden Unterschenkel sich günstiger erwies. Wie dem auch sei, solche Umstände mischen sich hier ein, und machen es sehr schwer, ohne zeitraubende und mühevolle Untersuchungen zu etwas anderem zu gelangen, als zu der allgemeinen Einsicht, dass ein Unterschied der Richtung,

in welcher der secundäre Nerv durchströmt wird, oft einen Unterschied der secundären Zuckung bedingt.

§. XI. Die Gründe wider Hrn. Meissner's Theorie der elektromotorischen Vorgänge bei der Muskelzuckung werden zusammengefasst.

Für den Leser, welcher der Zerbröckelung der Meissner'schen Aufstellungen im Vorigen und in einer früheren Abhandlung von mir[1]) gefolgt ist, kann es einer ausdrücklichen Widerlegung seiner Lehre kaum mehr bedürfen. Doch ist es vielleicht nicht unnütz, die Gründe gegen diese Lehre hier übersichtlich zusammenzufassen.

1. Hrn. Meissner's positive Schwankung bei Einzelzuckungen wird nicht beobachtet, wo man es einfach zu thun hat mit dem Muskelstrome vom Längs- zum Querschnitt, sondern unter gewissen Umständen da, wo zwei entgegengesetzte Muskelströme zugleich im Kreise sind. Sie ist nämlich alsdann die aus irgend einem Grund überwiegende negative Schwankung des in der Ruhe schwächeren und daher gleichsam versteckt gegenwärtigen Stromes, mit einem Worte, sie ist stets eine verkappte negative Schwankung. Am Gastroknemius insbesondere ist sie die negative Schwankung des vom Kniespiegel ausgehenden Stromzweiges. Sie tritt daher zurück, wenn bei sinkender Parelektronomie des Achillesspiegels, die negative Schwankung von diesem Spiegel aus die Oberhand erhält. Umgekehrt giebt es eine Reihe von Verfahrungsarten, durch die man der positiven Schwankung auch beim gewöhnlichen, schnellen Tetanisiren die Oberhand verschaffen kann: es sind dies solche, in Folge deren die negative Schwankung vom Kniespiegel aus stärker hervortreten muss. Es ist somit kein Grund dafür da, der positiven Schwankung des Gastroknemiusstromes bei Einzelzuckungen die ihr von Hrn. Meissner zugeschriebene Bedeutung beizulegen; sie rührt nicht von einer Entladung im Muskel her, welche mit der im Organ der Zitterfische zu vergleichen wäre.

---

1) Monatsberichte u. s. w. 1867. S. 572.

2. Wie ich in der oben angeführten Abhandlung, S. 595. 596, entwickelte, lässt die Formveränderung des Muskels bei der Zusammenziehung sich durch äussere Kräfte nicht nachahmen, und als Hr. Meissner nachzuweisen glaubte, dass eine solche Formveränderung die negative Schwankung erkläre, wobei er den Muskel knickte, statt ihn zusammenzudrücken, wurde er durch die elektromotorische Wirkung der Runzelung und Glättung des Achillesspiegels getäuscht.

3. Die negative Schwankung ist nicht, wie Hr. Meissner behauptet, geknüpft an die Formveränderung des Muskels bei der Zusammenziehung. Vielmehr findet sie auch an dem bis zur Unbeweglichkeit gedehnten oder sonst immobilisirten Muskel statt. Es ist falsch, dass unter diesen Umständen die negative Schwankung verschwinde, oder gar positiver Schwankung Platz mache. Der Anschein hiervon tritt nur ein, wenn Gastroknemien überdehnt, d. h. so stark gedehnt werden, dass der Kniespiegel gleichsam subcutan in künstlichen mechanischen Querschnitt verwandelt ist, was Hrn. Meissner vermuthlich getäuscht hat.

4. Zeitmessende Versuche beweisen, dass die Stromschwankungen bei der Zusammenziehung, insbesondere die negative Schwankung am Gastroknemius, im Wesentlichen dem Stadium der latenten Reizung angehören, wodurch Hrn. Meissner's Erklärung der negativen Schwankung durch Formveränderung des Muskels schon allein widerlegt ist.

5. Hrn. Meissner's Behauptung, dass secundäre Zuckung und galvanometrische negative Schwankung von der Dehnung des Muskels verschieden abhängen, indem dadurch erstere zu-, letztere abnehme, beruht auf mangelhafter Beobachtung. Nur die secundäre Zuckung von dem, einem Gastroknemius angelegten Nerven aus wächst zuweilen durch Dehnung; die von dem eine Lücke im Bussolkreis überbrückenden Nerven aus nimmt beim Dehnen stets zugleich mit der galvanometrisch gemessenen negativen Schwankung ab.

Hrn. Meissner's Lehre von einer elektrischen Entladung im Muskel, welche der sichtbaren Zusammenziehung voraufgehend positive Schwankung und secundäre Zuckung er-

zeuge, während die negative Schwankung mit der secundären Zuckung nichts zu schaffen habe, nicht discontinuirlich sei und auf Formveränderung des Muskels beruhe — diese Lehre war also in allen Punkten falsch. Es bleibt im Gegensatz dazu bei meiner ursprünglichen Lehre: die negative Schwankung ist Ursache der secundären Zuckung, sie ist discontinuirlich, sie rührt nicht von Formveränderung des Muskels her.

Dem paradoxen Satze des Hrn. Meissner, dass am Herzmuskel die elektrische Veränderung bei der Systole im entgegengesetzten Sinne stattfinde, wie am Gastroknemius bei der Zusammenziehung (S. 567), ist nun gleichfalls der Boden entzogen[1].

Hrn. Meissner's Theorie ist, abgesehen von den Einwänden, die schon Hr. Holmgren und Hr. Rosenthal dagegen erhoben, über ein Jahrzehnd unwiderlegt geblieben. Kurz nachdem sie an's Licht getreten war, schrieb Hr. Donders: „In thus provisionally adopting Meissner's view, I nevertheless reserve my judgment. In no investigation are so many sources of error to be met with as in that of animal electricity. We look with interest for the opinion of du Bois-Reymond. . . . Though we may sometimes have to wait for his decision, it is sure to come, and to be satisfactory"[2]. Den so von Hrn. Donders vertrauensvoll auf mich gezogenen Wechsel glaube ich jetzt honorirt zu haben. Vielleicht liess ich über Gebühr darauf warten. Es wäre mir aber leicht gewesen, an der Meissner'schen Theorie die in Göttingen gemachte statistische Bemerkung wahr werden zu lassen, „dass die grossen positiven Entdeckungen der exacten Phy-

---

1) Die vom Kaninchenherzen aus erfolgenden Zuckungen des Nervmuskelpräparates sind kürzlich von Hrn. Donders mit Rücksicht auf die Präexistenz-Frage untersucht worden. (Rustende Spierstroom en secundaire contractie, uitgaande van het Hart. Onderzoekingen, gedaan in het physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool. Derde Reeks I. Utrecht 1872. Bl. 256)

2) On the Constituents of Food and their Relation to Muscular Work and Animal Heat. Translated from the Nederlandsch Archief voor Genees- en Natuurkunde, by W. D. Moore. Dublin Quarterly Journal of Medical Science, 1866. Dublin 1866. p. 14. Note 1.

„siologie eine durchschnittliche Lebensdauer von etwa vier „Jahren haben“[3]. Wenn ich ihr längere Frist gönnte, so geschah es, weil ich für meinen Theil es verschmähe, halb gesehene Thatsachen und halb überlegte Theorien zu veröffentlichen, sie mögen noch so glänzend und beim ersten Blick noch so annehmbar erscheinen; und weil in unserer Wissenschaft gründliche Widerlegung einer vorschnellen Behauptung so viel Jahre erfordern kann, als vielleicht Tage an ihre Aufstellung gewandt wurden. Eine so späte Wiederherstellung der wissenschaftlichen Wahrheit erinnert fast an Rehabilitation eines längst unter ungerechtem Urtel zu Grunde Gegangenen. Aber wenn ich bei meiner veralteten Art zu arbeiten in mancher Beziehung zu kurz komme, so hat sie doch einen Vorzug. Meine langsam und mühevoll gezeitigten Ergebnisse, auch wenn sie nicht unumstösslich sein sollten, halten schon einen derben Angriff aus; die Seifenblasen jener schnell fertigen modernen Physiologie zerstieben bei der ersten Berührung, und man spricht nicht mehr davon.

---

3) Lotze, Medicinische Psychologie u. s. w. Leipzig 1852. S. VI.

Ueber den Zuckergehalt der Oedemflüssigkeiten.

Von

Dr. C. Bock.

Schon vielfach sind Transsudate, welche bei verschiedenen pathologischen Processen in den Höhlen des Körpers, wie im Unterhautzellgewebe sich ansammeln, Gegenstand der Untersuchung gewesen, hauptsächlich ist jedoch dabei nur auf den Eiweissgehalt Rücksicht genommen worden, der an den verschiedenen Stellen verschieden gefunden wurde, und für welchen C. Schmidt[1]) ein bestimmtes Gesetz aufstellen zu können glaubte. Später wurden auch die festen Bestandtheile und ihr Verhältniss zum Eiweissgehalt bestimmt, der Harnstoff und sein reichliches Auftreten in Transsudaten bei Nierenkrankheiten nachgewiesen.

Auch auf verschiedene andere Körper wurde Rücksicht genommen, besonders in einer ausführlichen Reihe, welche Naunyn vor mehreren Jahren bekannt gemacht hat. Stets wurden Bestandtheile gefunden, die auch im Blutserum vorhanden sind, andere in letzterem nicht bekannte Stoffe kamen nur ausnahmsweise zur Beobachtung.

Vor zwei Jahren machte Naunyn auf das Vorkommen sehr eiweissarmer Transsudate in Höhlen des mensch ichen Körpers aufmerksam, die er besonders im Abdomen beilamy-

1) Charakteristik der epidem. Cholera.

loider Degeneration der Organe fand. Es gleichen dieselben im physikalischen und chemischen Verhalten der Cerebrospinalflüssigkeit, deren geringer Eiweissgehalt schon längere Zeit bekannt ist, ferner der Flüssigkeit, welche aus Echinococcussäcken gewonnen werden kann [1]).

Besonders in den beiden letztgenannten Flüssigkeiten ist ziemlich constant ein Stoff gefunden worden, welcher gemäss seiner Kupferoxyd zu Oxydul reducirenden Eigenschaften von Bernard als Zucker aufgefasst wurde, eine Annahme, welche Andere nicht wollen gelten lassen [2]).

Besonders mit Rücksicht auf diesen bisher noch fraglichen Körper habe ich nun Untersuchungen der Oedemflüssigkeit vorgenommen. Bei einigermaassen starkem Anasarka ist dieselbe leicht zu erhalten, entweder durch oberflächlichen Schnitt, durch Stich oder am besten durch Einstechen einer Lanzencanüle, welche passend etwas stärker gewählt wird, als die einer gewöhnlichen Pravaz'schen Spritze. Es treten oft durch viele Stunden die völlig klaren Tropfen aus der Canüle; in einem untergestellten Gefäss können sie vollkommen ohne Verunreinigung, besonders auch ohne Blut, aufgefangen werden — eine Methode die sich auch zu therapeutischen Zwecken sehr empfiehlt. In günstigen Fällen erhält man grosse Mengen (1000 Cc. und darüber am Tage) von Flüssigkeiten, welche in ihrer physikalischen Beschaffenheit selbst bei den verschieden-

---

1) Nachdem schon Frerich's, Leberkrankheiten II (222), bemerkt hat, dass auch in Echinococcussäcken Eiweiss vorkommen kann, haben Rosenstein und Sänger (Berliner klinische Wochenschrift 1870, No. 20.) einen solchen Fall beschrieben, welcher durch eine Punction geheilt wurde. Dasselbe gelang mit einem Leberechinococcus aus der Frerichs'schen Klinik, dessen Flüssigkeit 0·74 % Albumen enthielt. Da der Eiweissgehalt eines Echinococcussackes unzweifelhaft als ein Zeichen von Erkrankung der Entozoen betrachtet werden muss, so ist möglicherweise die Prognose für die Heilung durch einfache Punction günstiger als bei ganz gesunden Cysten. Bub, Observation d'acéphalocystes du cerveau, (Centralblatt 1872), erzielte freilich keine Heilung.

2) Als erster hat Cobin die serösen Flüssigkeiten auf Zucker untersucht. Compt. rend. T. 40.

sten Krankheiten, bei welchen sich Oedem entwickelt, wenig von einander abweichen.

Die Flüssigkeit ist ganz wasserklar, nur selten macht sich ein Stich in's Grünliche oder Gelbliche bemerkbar, meist nur dann, wenn Ikterus nebenher besteht. Spontane Gerinnungen von Fibrin sind in keinem Falle eingetreten, auch nicht nach längerem Stehen oder bei Zusatz von defibrinirtem Blut. Die Reaction war stets mehr oder weniger alkalisch, das specifische Gewicht schwankt zwischen 1005 und 1010, gleichgültig aus welchem Grunde das Oedem entstanden war. Harnstoff konnte in geringer Menge (0·1 bis 0·2 Procent) constant nachgewiesen werden.

Vor der weiteren Untersuchung auf die mich hauptsächlich interessirende Substanz musste das Eiweiss entfernt werden. Die schon bekannte Erfahrung, dass nur sehr wenig darin enthalten sei, konnte ich bestätigen; es schwankte die Menge von 0,06 bis 0,9%. in der Mehrzahl betrug sie 0,1 bis 0,2.

Die sorgfältige Entfernung des Albumens ist absolut nothwendig, um die weitere Untersuchung der Kupferoxyd reducirenden Substanz vornehmen zu können. Es gelingt zuweilen nicht durch Kochen und Zusatz von ganz verdünnter Essigsäure die Flüssigkeit sicher zu enteiweissen. Es verräth sich dies dadurch, dass das ganz wasserklare Filtrat mit Kupfer und Kali nicht eine rein blaue, sondern eine prachtvoll violette Färbung giebt. Unter diesen Umständen wird das Kupferoxyd oft durch langes Kochen nicht verändert. Entfernt man aber mit Alkohol den Rest des Albumens, so kann man nachher die schönsten Reductionen erhalten. Stets muss aber die Reaction sehr vorsichtig angestellt werden, 2 bis 3 Tropfen einer 2%igen Lösung von Cuprum sulfuricum werden zu 2 bis 3 Cc. der enteiweissten Oedemflüssigkeit mit reichlicher Kalilauge hinzugefügt. Beim Erhitzen scheidet sich das rothe Kupferoxydul aus und setzt sich von der klaren blassen Flüssigkeit am Boden ab. Nach meinen Erfahrungen kommt eine derartige Reduction nur bei Anwesenheit von Zucker in thierischen Flüssigkeiten vor; es handelte sich aber um einen sicheren Nachweis. Die Reactionen mit Kalilauge allein und mit Wismuth gelingen,

aber auch dadurch werden nicht alle Zweifel beseitigt. Bisher konnte der allein ausreichende Beweis durch Reindarstellung der fraglichen Substanz nicht geliefert werden, die Mengen sind, wie weiterhin gezeigt werden wird, zu gering; — positive Ergebnisse erhielt ich aber durch Darstellung von Zuckerkali, einer Verbindung, welche durch ihre Reactionen die Anwesenheit von Zucker mit hinlänglicher Sicherheit beweist. Die Darstellung geschah in gewöhnlicher Weise. In der wässrigen Lösung erhält man bei Behandlung mit Kupferoxyd eine schöne Reaction. Es kommt dabei sehr auf die Art der letzteren an und ich habe niemals eine Reaction für beweisend anerkannt wenn nicht ein schön rother (was die Regel ist) oder orangegelber Niederschlag entsteht.

Um noch grössere Sicherheit zu erhalten, habe ich den Zuckerkaliniederschlag noch weiter behandelt, nämlich mit Essigsäure neutralisirt, mit Bleizucker im Ueberschuss ausgefällt, das überschüssige Blei durch Schwefelwasserstoff entfernt, das Filtrat abgedampft und endlich den Rückstand in destillirtem Wasser gelöst. Auch mit dieser Flüssigkeit konnte ich beweisende Reductionen von Kupferoxyd erhalten, aber nur dann, wenn ich sehr grosse Mengen von Oedemflüssigkeit zur Untersuchung verwendete (über 5000 Cc.); es geht bei diesen complicirten Manipulationen jedenfalls Zucker verloren und man hat von vorn herein in 1000 Cc. niemals einen Gramm Zucker.

Nach Feststellung dieses Resultates wurden mehrfache quantitative Bestimmungen des Zuckers mittelst verdünnter F e h l i n g s 'cherLösung ausgeführt. Bei einiger Uebung gelingt es leicht in diesen wasserhellen Flüssigkeiten den Punkt zu treffen, wo eine Spur mehr hinzugefügten Kupfersalzes nicht mehr reducirt wird. Ich führe einige Beispiele an:

Bei chronischer Nephritis mit hochgradigen hydropischen Erscheinungen wurden einige hundert Cc. Oedemflüssigkeit aus den unteren Extremitäten entleert. Die wasserklare Flüssigkeit hatte ein specifisches Gewicht von 1009, enthielt nur Spuren von Eiweiss, der Zuckergehalt betrug 0,04%.

In einem anderen ähnlichen Falle, bei welchem im Ganzen

2000 Cc. gesammelt waren, wurde zuerst 0,048, bei der zweiten Punction 0,031% Zucker bestimmt.

Ein Herzkranker zeigte in seiner Oedemflüssigkeit einen Zuckergehalt von 0,077%.

Von der ödematösen Flüssigkeit, welche im Verlauf eines Falles von Carcinoma ovarii in Folge von doppelseitiger Thrombose der Venae femorales sich angesammelt hatte, wurden kurz vor dem Tode 2500 Cc. gewonnen; Eiweiss: 0,15%, Zucker 0,045 [1]).

Die Verschiedenheiten des Zuckergehaltes sind gering und es bleibt zweifelhaft, welche Ursache sie haben; weitere Untersuchungen sind dabei noch nöthig.

Auf einen Punkt muss ich besonders aufmerksam machen, nämlich darauf, dass man öfter gar keinen Zucker findet. Dies stellte sich um so seltener ein, je mehr Sicherheit ich in der Untersuchung gewann, und während ich im Anfang bei verschiedenen Fällen keinen Zucker fand, ist es mir jetzt zweifelhaft, ob er bei hinreichender Vorsicht je vermisst werden wird. Besonders muss man darauf achten, die Untersuchung stets an ganz frischen Flüssigkeiten vorzunehmen. Wiederholt habe ich constatirt, dass die Reaction am folgenden Tage nicht mehr erhalten werden konnte, welche am Abend vorher mit Sicherheit da war, und nur in den seltensten Fällen ist es mir gelungen in der post mortem entleerten Oedemflüssigkeit Zucker aufzufinden.

In der letzten Zeit sind bei den häufiger ausgeführten Pleuritispunctionen auf der Frerichs'schen Klinik die gewonnenen Flüssigkeiten von mir mehrfach untersucht worden

---

1) Ausführliche Bestimmungen liegen über folgende drei Fälle vor:

1. Ulrich, Nephritis chronica.
   Im Oedem: Albumen 0,154. Kali 0,66. $\overset{+}{U}$r. 0,22. Zucker 0,04.
2. Grandt, Nephritis chronica.
   Im Oedem: Albumen 0,21. Kali 0,66. $\overset{+}{U}$r. 0,19. Zucker 0,048.
   Im Urin: Albumen 0,208. Kali 0,55. $\overset{+}{U}$r. 0,75. Zucker 0,00.
3. Bossin, Hypertrophia cordis, hochgradige Stauungserscheinungen.
   Im Oedem: Albumen 0,202. Kali 0,66. $\overset{+}{U}$r. 0,12. Zucker 0,076.
   Im Urin: Albumen 0,692. Kali 0,95. $\overset{+}{U}$r. 3,05. Zucker 0,00.

und trotz des reichlichen Eiweiss- und Fibringehaltes gelang es mir schöne Reductionen zu erhalten[1]). Dass es sich dabei um Zucker handele, ist mir nach dem Ergebnisse der Untersuchung von Oedemflüssigkeiten nicht zweifelhaft. Ja wenn man die Flüssigkeit, welche sich in der Blase einer spanischen Fliege ansammelt. sorgfältig aufhängt und enteiweisst, so kann man auch hier stets eine deutliche Reduction des blauen Kupfersalzes zu rothem Oxydul erhalten. Bei einer grossen Reihe von Kranken (fiebernden wie nicht fiebernden) habe ich dies Resultat mit gleicher Constanz gewonnen und habe es bei gesunden Personen ebenfalls nie vermisst. Bei den gewichtigen Gründen, welche vorliegen, diesen Kupfer reducirenden Körper für Zucker zu halten, scheint mir dieser einfache Versuch schwer in die Wagschale für die Ansicht derjenigen Autoren zu fallen, welche den Zucker als einen normalen Bestandtheil des Blutes anerkennen.

Ich habe diese Arbeit meines verstorbenen Collegen und Freundes so gut wie möglich aus seinen Papieren zusammen zu stellen gesucht. Mit Rücksicht hierauf erklärt sich namentlich die Spärlichkeit der quantitativen Bestimmungen und die Kürze mit der von den pleuritischen Exsudaten und der Spanisch-Fliegen-Flüssigkeit die Rede ist. Viele Zahlen und Angaben, welche zu kurz notirt waren, um einem anderen als dem Verfasser verständlich zu sein, habe ich fortlassen müssen. Dafür ist das, was diese Arbeit bringt, zuverlässig und wie ich glaube auch in dieser Gestalt werthvoll genug, um die Veröffentlichung zu rechtfertigen.

F. A. Hoffmann.

---

1) In seltenen Fällen findet man in pleuritischen Exsudaten keinen Zucker, man kann dann sicher sein, dass schon beginnende Eiterbildung da ist. In den tieferen Schichten eines solchen Exsudats ist oft schon massenhaft Eiter abgelagert, während eine klare seröse Flüssigkeit darüber steht.

Studien an Megatherium americanum,

von

H. Burmeister.

Hierzu Taf. XI.

Seit drei Jahren mit der Aufstellung eines Megatherium-Skelets beschäftigt, habe ich diese mühsame und unter den hiesigen Verhältnissen besonders schwierige Arbeit nunmehr zu Stande gebracht, und dabei Gelegenheit gehabt, nicht bloss jeden einzelnen Knochen des Skelets genau zu studiren, sondern auch ihn mit den bisherigen Darstellungen zu vergleichen. Es hat sich mir ergeben, dass mancherlei Verschiedenheiten der gleichen Knochen vorkommen, welche auf beträchtliche individuelle Abweichungen hinweisen; zugleich aber auch ermitteln lassen, dass selbst in den neuesten Darstellungen noch Irrthümer sich finden, die eine wiederholte Besprechung wünschenswerth machen. Darum stehe ich nicht an, hier ein vorläufiges Resultat meiner Studien niederzulegen, mir die ausführlichere Bearbeitung desselben Stoffes für den dritten Band der Anales del Museo Público de Buenos Aires vorbehaltend, um selbige in dieser späteren Form durch viele nöthige Abbildungen belegen zu können.

Bereits im I. Bande dieser Anales habe ich S. 150 ff. einige Theile des Skelets besprochen, namentlich das Brustbein mit den Sternocostalknochen, welche letzteren grösstentheils noch unbekannt waren. Das Museum besass zu jener Zeit (1865)

Reste von drei Individuen; nach und nach kamen noch drei andere Exemplare hinzu, so dass mir gegenwärtig von mehreren Knochen fünf, von vielen drei, und von den meisten wenigstens zwei Exemplare vorliegen, welche ich nicht bloss unter sich, sondern auch mit den vorhandenen Abbildungen genau verglichen und darauf diese Mittheilungen gegründet habe. Ohne Zweifel sind die Figuren in Owen's Memoir on the Megatherium (London. 1860. 4$^{to.}$) die vorzüglichsten, und darum werde ich mich nur auf diese Arbeit beziehen, meine jetzigen Angaben gleichsam als einen Nachtrag zu derselben ankündigend, der diejenigen ihres berühmten Verfassers zu erläutern sucht, wo es nöthig ist. Nachdem ich im Jahre 1869 ein vollständiges Becken, wenngleich sehr zertrümmert, nebst der zugehörigen Rumpfwirbelsäule erhalten hatte, begann ich meine Arbeit mit der Herstellung des ersteren, und aufgefordert von der K. K. zoolog.-botan. Gesellsch. zu Wien, ihr eine Arbeit zur Publication zu überlassen, sandte ich derselben eine vergleichende Beschreibung des Beckens nebst photographischer Abbildung, in der Absicht, mit der Schilderung anderer Theile des Skelets ebendaselbst fortzufahren. Da indessen die Nachbildung der Photographie bei der Publication meiner Beschreibung in den Verhandl. d. zoolog.-botan. Gesellsch. Jahrg. 1870. Bd. 20. S. 381 ff. unterblieben ist, weil in Wien kein Künstler sich mit der Ausführung der Arbeit hatte befassen wollen, so unterliess ich die Fortsetzung; denn ohne Abbildungen lässt sich nur eine mangelhafte Schilderung solcher Gegenstände geben. Jetzt nehme ich sie an dieser Stelle in abgekürzter Form wieder auf; indem ich nach einander diejenigen Theile des Skelets besprechen werde, worüber ich einiges Neue sagen kann, die Kenntniss des Ganzen als bekannt voraussetzend.

Vom Schädel habe ich nur Weniges zu bemerken; wir besitzen ihn bloss in lückenhaften Trümmern zweier Exemplare, welche es nicht gestatten, viele Vergleichungen anzustellen. An dem einen Exemplar ist der Unterkiefer ziemlich gut erhalten, an dem anderen die Gaumenpartie mit den Zähnen, dem Zwischenkiefer und dem Jochbein der einen Seite. Alle

diese Stücke stimmen mit Owen's lebensgrosser Figur auf pl. XV. fast vollständig überein; nur der Zwischenkiefer ist an unserem Exemplar etwas zierlicher gestaltet, d. h. in der Mitte schmäler und am Ende stärker nach den Seiten hin vortretend, auch tiefer an der Spitze ausgeschnitten, weil der aufgeworfene Rand fehlt, den Owen's Figur angiebt. Es scheint derselbe einer besonderen Epiphyse anzugehören, denn die Endfläche ist höckerig uneben, wie es bei Epiphysenberührungsflächen zu sein pflegt. Jünger kann aber unser Exemplar nicht gewesen sein, weil die Naht, welche den Zwischenkiefer mit dem Gaumenantheil des Oberkiefers verbindet, in Owen's Figur noch etwas deutlicher erscheint, als an unserem Bruchstück. — Vom Backenstück des Oberkiefers ist die Gegend um das Foramen infraorbitale erhalten, und letzteres durch ein dünnes Septum in zwei Gänge abgesondert, welche Trennung auch Owen's Figur 2. pl. XIV. bei *r* andeutet. Der Rest des Jochbogens, welchen ich vor mir habe, entspricht der hinteren unteren Orbitalecke und passt genau zu Owen's Figur 1. pl. XII. *a*; aber dessen hintere Partie mit dem aufsteigenden Ast *c* fehlt; ebenso der viel kräftigere absteigende Ast unter der Augenhöhle, nebst deren unterem Rande bis zur Stirn hinauf. In Bezug auf den unteren Ast möchte ich bemerklich machen, dass derselbe bei den Gravigraden, völlig wie bei den Faulthieren, dem Jochbein angehört, dagegen bei den Glyptodonten dem Oberkieferknochen, wie die Abbildung eines jugendlichen Schädels in P. Gervais' Zool. und Paléont. génér. I. pl. 37. lehrt. Die auf das gleichzeitige Vorhandensein desselben bei beiden Gruppen mit gestützte Annahme von inniger Verwandschaft zwischen ihnen bezeichnet also keine wirkliche Affinität, sondern nur eine Analogie der Anlage, mit verschiedenartiger Ausführung; bei den Gravigraden ist es das Jochbein, bei den Glyptodonten der Oberkiefer, welcher den analogen Fortsatz trägt.

Die sieben Halswirbel haben wir nur einmal, mit Ausschluss des fünften, der zweimal vorhanden ist. Sie stimmen mit den Abbildungen Owen's auf pl. IV. und V. in allen wesentlichen Punkten überein, sind aber im Allgemeinen etwas

zierlicher. Unter ihnen ist der fünfte der schwächste, namentlich verengt sich in ihm der Rückenmarkskanal beträchtlich, wird aber hernach am sechsten, siebenten und allen darauf folgenden Rückenwirbeln wieder weiter. Einen wesentlichen Unterschied zwischen Owen's Fig. 6. und 7. pl. IV. bietet nur der siebente Halswirbel dar durch die Anwesenheit einer grossen Ansatzfläche für die erste Rippe, welche in den bezeichneten Figuren fehlt. Auch ist der Wirbelkörper meines Exemplars nicht so dreiseitig gestaltet, wie ihn Fig. 6. angiebt, sondern völlig queroval, 4 Zoll breit und 3 Zoll hoch. Als Besonderheit unseres Exemplars ist zu erwähnen eine krankhafte Exostose am unteren Rande, welche sich bis auf die Verbindungsfläche mit dem sechsten Halswirbel hin ausdehnt und andeutet, dass die Intervertebralsubstanz durch Vereiterung verloren gegangen war, denn beide Flächen zeigen ganz glatte, wie polirte Oberflächen, etwa wie in künstlichen Gelenken. Die Abwesenheit einer Ansatzfläche an jeder Seite des Wirbelkörpers für das erste Rippenpaar, wie sie Owen's Figur lehrt, ist gewiss höchst merkwürdig, aber keineswegs normal, obgleich den zugehörigen Rippen die entsprechende Fläche an der Spitze des Kopfes ebenfalls in Owen's Exemplare gefehlt hat, nach Figur 1. *a* pl. IX. Wir haben diese Rippe fünfmal, darunter je 2 und 2 von demselben Individuum, also von 3 Exemplaren; aber nur ein Paar ist vollständig erhalten. Dies Paar besitzt, wie die folgenden Rippen, drei Ansatzflächen für die Verbindung mit den Wirbeln; die erste kreisrunde an der äussersten Spitze zur Verbindung mit dem vorhergehenden letzten Wirbel des Halses; die zweite länglich ovale unmittelbar darüber, welche mit dem Bogen des ersten Rückenwirbels zusammentrifft; und die dritte querovale, die an den Querfortsatz desselben Wirbels stösst und dem Tuberculum costae entspricht. Diese beiden vollständigen Rippen gehören aber nicht zu dem Exemplar, von welchem die Halswirbel stammen; sie beweisen also, dass auch der letzte Halswirbel des Individuums, dem sie angehören, Berührungsflächen am Wirbelkörper haben musste, woraus hervorgehen dürfte, dass diese Bildung des letzten Halswirbels die normale ist,

und der Mangel der Ansatzflächen an Owen's Exemplar nur als eine individuelle Eigenheit angesehen werden darf.

Ein anderer Differenzpunkt von grösserer Bedeutung betrifft die Angabe Owen's, dass der Dornfortsatz des siebenden Halswirbels höher als der des ersten Rückenwirbels sei (Memoir etc. pag. 19). Diese Behauptung widerstreitet nicht blos aller Analogie, sondern steht auch mit den Mustern der hiesigen Sammlung in directem Widerspruch; sie kann nur aus einer völlig abnormen Beschaffenheit des Owen'schen Skelets erklärt werden, denn normal ist das angegebene Verhältniss, unseren Exemplaren zu Folge, gewiss nicht. Wir besitzen den ersten Rückenwirbel in drei und den zweiten in zwei Exemplaren, worunter zwei ganz vollständige sich befinden, während die anderen drei einige Beschädigungen zeigen, aber doch ganze Dornfortsätze haben. An den drei Wirbeln der ersten Kategorie ist der Dornfortsatz durchschnittlich 11 Zoll Engl. hoch; an dem kleinsten etwas weniger, an dem grössten etwas mehr; und an den beiden der zweiten Kategorie hat er dieselbe Höhe, während die Höhe des Dornfortsatzes am letzten Halswirbel nur 9 Zoll beträgt und darin der Höhe desselben Fortsatzes am dritten Rückenwirbel fast gleichkommt. Bestimmte Maasse werden von Owen bei Beschreibung der Wirbel nicht angegeben; wenn aber, wie die Erklärung von Taf. 4 besagt, die Figuren 1/4 der natürlichen Grösse zeigen, so wäre der über 4 1/2 Zoll hoch dargestellte ganze siebente Halswirbel gegen 19 Zoll hoch gewesen, was der Höhe unseres grössten ersten Rückenwirbels nahe kommt, aber unseren nur 13 Zoll hohen letzten Halswirbel fast um 1/3 übertrifft. Sollte man die Angabe: Onefourth natural size, auf die Flächenausdehnung und nicht auf die Lineardimension beziehen müssen, so wäre der Wirbel nur 9 1/2 Zoll hoch und das ist gegen unser Exemplar entschieden zu klein. Dann hätte der Dornfortsatz etwa 6 Zoll Höhe, d. h. beinahe die Hälfte unseres grössten Exemplars vom ersten Rückenwirbel.

Um das normale Verhältniss der drei genannten Wirbel klar zur Anschauung zu bringen, gebe ich eine Figur unseres

besten Exemplares vom ersten Rückenwirbel in verschiedenen Stellungen, und zeichne daneben die Seitenansicht von 5 Wirbeln in ihrer natürlichen Verbindung, vom sechsten des Halses bis zum dritten des Rückens, indem ich die Dimensionen von Owen's Figuren beibehalte.

Fig. 1. stellt den ersten Rückenwirbel in der Ansicht von vorne unter 1/4 seiner Lineardimensionen dar; er ist im Ganzen 17 Zoll Engl. hoch und an der breitesten Stelle zwischen den Querfortsätzen 10 Zoll breit. Die querovale Verbindungsfläche mit dem letzten Halswirbel misst 3½ Zoll in der Breite und 2½ Zoll in der Höhe; ihr oberer Rand hat eine etwas schwächere Krümmung, als der untere und ihre Mitte eine leichte Vertiefung. Die hintere Verbindungsfläche zeigt genau denselben Umfang, nicht einen ewas grösseren, wie an den meisten der nachfolgenden Rückenwirbel. Der vom Wirbelkörper seitwärts ausgehende, nach oben gerichtete Bogen ist nur 1 Zoll dick, aber 1¼ Zoll breit, von vorn gesehen; er trägt einen seitwärts abstehenden, etwas nach unten gerichteten Höcker (*a*), woran sich die Verbindungsfläche für die zweite Berührungsfläche des ersten Rippenpaares befindet. Weiter aufwärts dehnt sich der Bogen nach aussen in einen dicken Querfortsatz und nach innen in die breite, aber dünne Ueberdachung des Rückenmarkskanales aus, welche den Dornfortsatz trägt. Der Querfortsatz ist ein 2 Zoll langer Höcker, welcher mit der schief nach unten gewendeten, breit ovalen Verbindungsfläche (*b*), für das Tuberculum costae endet. Nach oben erhebt sich von ihm ein anderer vorwärts gewendeter Höcker, an dessen innerer Seite die etwas nierenförmige Gelenkfläche (*c*) für die hinteren schiefen Fortsätze am Bogen des letzten Halswirbels sich befindet; er entspricht also dem vorderen schiefen Fortsatze jeder Seite. Dieser Gelenkfläche gegenüber hat der hintere Rand der Ueberdachung des Rückenmarkskanals einen stumpfen Vorsprung und daran nach unten eine ähnliche querovale Gelenkfläche, die in Fig. 2 u. 3 bei *d* deutlich erkannt wird. Sie stellt mit ihrem Höcker den hinteren schiefen Fortsatz dar. — Der Rückenmarkskanal ist von dreiseitigem Umfang, 3¾ Zoll breit und 2 Zoll hoch, weitet sich

aber, vermöge der Krümmung der Oberfläche des Wirbelkörpers nach innen, in der Mitte etwas aus. Ueber ihm erhebt sich der 11 Zoll hohe Dornaufsatz, der mit breiter Basis beginnt, aber bald nur noch 1 Zoll dick ist, während die von vorn nach hinten gerichtete Breite desselben 3 Zoll unten beträgt, nach oben hinauf aber allmälig etwas zunimmt. Diese Zunahme bewirkt hauptsächlich eine scharfe Kante, in welche sich der vordere Rand ausdehnt, bis der Dorn dicht unter dem knopfförmig verdickten Ende eine Breite von 6 Zoll erreicht hat, hier eine stumpfe vorspringende Ecke bildend, deren oberer Rand gegen den Endknopf sich zurückwendet. Dieser Endknopf ist 3 Zoll breit und 4 Zoll lang, ziemlich flach am Ende, aber nicht ganz oben, sondern mitunter sogar etwas vertieft nach der Mitte zu.

Die Figuren 2 und 3 zeigen denselben Wirbel von hinten und von der Seite; sie bedürfen keiner weiteren Erklärung, als dass der hintere Rand des Dornfortsatzes nur oben eine scharfe Kante hat, die sich unter der Mitte in zwei Schenkel theilt, welche zu den hinteren schiefen Gelenkhöckern (*d. d.*) hinablaufen. Man sieht an den hinteren oberen Ecken des Wirbelkörpers die vortretenden Ansatzstellen (*e. e.*) für die erste Verbindungsfläche mit der zweiten Rippe, welche unten am Ende ihres Kopfes sitzt, und gewahrt ihnen gegenüber die Höcker für die zweite Verbindungsfläche der ersten Rippe (*a. a.*), gleichwie am Ende des Querfortsatzes die für die dritte (*b. b.*) derselben Rippe.

Aus der Betrachtung der Figuren dieses Wirbels ergiebt sich sogleich, dass der ihm vorangehende siebente Halswirbel um so viel niedriger sein müsste, als die stumpfe Ecke des Kammes der vorderen Kante beträgt; denn auf ein solches Verhältniss beider Wirbel zu einander weist die genannte Ecke unzweifelhaft hin. Sie befindet sich genau 13 Zoll über dem unteren Rande des Wirbelkörpers, woraus folgt, dass der letzte Halswirbel dieselbe Gesammthöhe haben müsste. Aber für 19 Zoll Höhe, wie solche nach Owen's Fig. 6. und 7. pl. IV angesetzt werden muss, wäre neben den drei ersten Rückenwirbeln unserer Sammlung kein Platz; dieser letzte Halswirbel

ist als ein durchaus abnormer, und die Bildung des Skelets, dem er angehörte, eine völlig abweichende von der Regel.

Man könnte versucht werden, anzunehmen, dass Owen's Exemplar ein erster Rücken-, und kein letzter Halswirbel sein dürfte; aber dem widerstreitet, wie die Vergleichung von Fig. 7. mit unserer Fig. 3. deutlich macht, die Gesammtform des Wirbels entschieden. Namentlich ist das Verhältniss des Wirbelkörpers zum Bogen und zum Dornfortsatz ein ganz anderes, als in unserm ersten Rückenwirbel; der Körper höher, aber auch viel kürzer, wie bei den hinteren 5 Halswirbeln; der Bogen höher, aber enger, wie gleichfalls an den Halswirbeln; die schiefen Fortsätze mehr abgesetzt vom Bogen höher und dicker; der Dornfortsatz endlich relativ kürzer, als niedriger, und dabei, zumal nach oben, auch anders gestaltet, hier viel dicker, kolbiger, die stumpfe Ecke der vorderen Kante kürzer und mehr nach unten gerückt, fast bis auf die Mitte der Kante herab. Endlich fehlen alle Ansatzflächen für die beiden Rippen des ersten Paares, wie solche vorhanden sein müssten, in der Stellung von *a*, *b* und *e* unserer Figur, wenn der Wirbel ein erster Rückenwirbel sein sollte. Alle diese hier hervorgehobenen Eigenschaften lehren, dass der unter Fig. 6 und 7. pl. IV. von Owen dargestellte Wirbel wirklich ein letzter Halswirbel ist, der seine normale Höhe merklich überschreitet, und folglich ein verändertes Verhältniss zu den nachfolgenden vordersten Rückenwirbeln nothwendig macht; ist er zu hoch, so müssen diese, selbst wenn sie die normale Höhe von 18 Zoll erreichten, niedriger gewesen sein, als der mindestens 19 Zoll hohe letzte Halswirbel. —

Ich weiss das von Owen dargestellte Verhältniss auf keine andere Art sachgemäss zu erklären und muss darum, auf die Erfahrung unserer drei Exemplare mich stützend, behaupten, dass dasselbe nicht das normale, sondern ein abnormes ist.

Dass solche abnormen Verhältnisse vorkommen können, lässt sich nicht leugnen; selbst die, obgleich noch unbedeutende Differenz in der Höhe des Dornfortsatzes unserer drei Exemplare des ersteu Rückenwirbels spricht dafür. Es kommt hin-

zu, dass zu dem niedrigsten von nicht ganz 11 Zoll Höhe ein zweiter Rückenwirbel vorhanden ist, dessen Dorn ganz entschieden volle 11 Zoll Höhe hat, also den ersten Rückenwirbel um ein Geringes an Höhe übertrifft. Gerade zu unserm besten Exemplar des ersten Rückenwirbels, welches ich abgebildet habe, fehlt der zweite Rückenwirbel, aber zu dem dritten gehört ein vollständiger zweiter Rückenwirbel mit völlig gleicher Höhe des Dornfortsatzes. Darum möchte ich annehmen, dass die gleiche Höhe beider, das normale Verhältniss vorstelle und dass, wenn der letzte Halswirbel viel höher werden kann, als er normal zu sein pflegt, auch die beiden ersten Rückenwirbel Schwankungen in ihren Dimensionen gegen einander an den Tag legen können. Einer von diesen Wirbeln ist aber immer der höchste des Rückgrats.

Was übrigens die besondere Form des zweiten Rückenwirbels betrifft, so ähnelt er dem ersten im Ganzen völlig, mit Ausschluss des vorderen Randkammes, der ihm fehlt. Er hat vielmehr einen leicht einwärts gekrümmten vorderen Rand, um sich der nach oben vortretenden hinteren Kante des ersten Rückenwirbels besser anzupassen. Auch ist sein Dornfortsatz unten schon etwas schmäler, als der des ersten, und folglich im Ganzen viel zierlicher. Hierzu kommt ein etwas grösserer Wirbelkörper, dessen vordere Berührungsfläche zwar etwas kleiner ist, als die hintere des ersten, dafür aber die hintere beträchtlich grösser; der Körper also nach hinten dicker, auch etwas länger. Dagegen ist die Breite zwischen den Querfortsätzen etwas geringer; sie beträgt nur 9 Zoll, obgleich die Ansatzflächen für das zweite Rippenpaar an ihnen, wie an den Bogen unter den Querfortsätzen, beträchtlich grösser sind. Auch die Gelenkflächen der schiefen Fortsätze haben einen etwas grösseren Umfang, kleiner aber ist der Endknopf am Dornfortsatz. —

Die Rückenwirbel hinter dem zweiten nehmen im Körper beständig an Grösse zu, aber in der Höhe des Dornfortsatzes und Breite der Querfortsätze anfangs ab. Die Folge davon ist, dass der ganze Rumpf nach hinten bis zum Becken immer dicker und plumper wird, indem sowohl die Rippen, als auch

das Brustbein, dieser in der That höchst auffallenden Grössenzunahme sich anschliessen. Man kann sich davon am augenfälligsten durch die Grössendifferenz des Körpers vom zweiten Rücken- und letzten Lendenwirbel überzeugen; sie ist so überraschend, dass ich schon bei der ersten Betrachtung der im Museo vorhandenen Reste dadurch in Erstaunen gesetzt wurde und deshalb nicht umhin konnte, auf dieselbe schon früher hinzuweisen (Anales etc. Tom. I. pag. 151.). Zum besseren Verständniss derselben gebe ich unter Fig. 5. die Ansicht des zweiten Rückenwirbels von vorn in $\frac{1}{8}$ der natürlichen Grösse und unter Fig. 6 die Ansicht des letzten (dritten) Lendenwirbels von hinten, ebenso verkleinert, und erläutern beide Ansichten zunächst durch Angabe der wirklichen Dimensionen. Am zweiten Rückenwirbel ist die vordere Verbindungsfläche des Körpers 3 Zoll breit und $2\frac{1}{2}$ Zoll hoch, während der Körper eine Länge von ebenfalls 3 Zoll besitzt; am letzten Lendenwirbel dagegen zeigt die hintere Verbindungsfläche des Körpers $5\frac{1}{4}$ Zoll Höhe, bei nicht ganz 6 Zoll Breite, und der Körper hat eine Länge von $4\frac{3}{4}$ Zoll oben zwischen den Bogen und $4\frac{1}{2}$ Zoll am unteren Rande. Eine ähnliche Differenz zwischen oben und unten zeigen alle Wirbelkörper, vom ersten des Rückens bis zum letzten der Lendengegend, sie beträgt am zweiten Rückenwirbel nicht ganz 2 Linien und nimmt allmälig mit jedem folgenden Wirbel etwas zu, sich nach und nach bis auf vier Linien steigernd. Diese Differenz bringt es mit sich, dass der ganze Rücken des Thieres in normaler Stellung einen beträchtlichen Bogen beschreibt und keinesweges horizontal in fast gerader Linie fortläuft, wenn das Thier ruhig dasteht; vielmehr liegt der Nacken in dieser Stellung entschieden tiefer, als die Kreuzgegend und kann nur mit Anstrengung so hoch gehoben werden. Wir wollen auf die von diesem Verhältniss abhängige Krümmung des Rückgrats später zurückkommen und fügen hier zur Kenntniss der beiden in Betracht gezogenen Wirbel nur noch hinzu, dass die übrigen Theile derselben keine entsprechenden Grössenunterschiede darbieten, vielmehr ist der Dorn am zweiten Rückenwirbel höher (10 Zoll) als der am letzten Lendenwirbel (9 Zoll) und die Breite

zwischen den Querfortsätzen ziemlich dieselbe, wenn man von dem hohen, nach hinten in eine Spitze vortretenden Kamm absieht, womit der Querfortsatz der 3 Lendenwirbel versehen ist. Die äussersten Spitzen beider Kämme stehen allerdings weiter aus einander, als die stumpfen Höcker der Querfortsätze des zweiten Rückenwirbels; denn jene haben 12 Zoll Abstand und diese nur 9 Zoll. —

Die angegebenen Grössenverhältnisse beider hervorgehobenen Wirbel lehren nun, dass der letzte Lendenwirbel etwa viermal soviel Oberfläche besitzt an seinen Verbindungsflächen, als der zweite Rückenwirbel, und dass der körperliche Inhalt fast fünfmal so gross ist an jenem wie an diesem. Vertheilt man diese Unterschiede auf die ganze Reihe der 18 Wirbel, die von einem bis zum andern Ende auf einander folgen, so ergiebt sich für jeden einzelnen eine beträchtliche Grössenzunahme, welche mit dem gewöhnlichen Verhältniss der meisten Säugethiere in gar keinem Einklange steht und ohne allen Zweifel beispiellos ist; kein anderes Säugethier ist vorn im Rumpf so schwach und hinten so stark construirt, wie Megatherium; es übertrifft in dem Verhältniss von vorn zu hinten alle anderen und legt in dieser auffallenden Eigenthümlichkeit eine ebenfalls singuläre Lebens- und Bewegungsweise des Rumpfes an den Tag. Am nächsten kommen hierin dem Megatherium die Kängeru's, doch scheint mir, soweit sich das nach Abbildungen beurtheilen lässt, Halmaturus noch hinter der Differenz, welche man bei Megatherium wahrnimmt, zurückzubleiben. — Ich habe darum auf eine gewisse Aehnlichkeit in den Bewegungen beider Thiere geschlossen und mich schon im I. Bande der Anales del Mus. Publ. de B. A: pag. 152, darüber folgendermassen ausgedrückt (in spanischer Sprache):

„Diese Verschiedenheit des ersten und letzten Rumpfwirbels beweist deutlich, dass der vorderste Theil des Rumpfes bei diesem Thier viel schlanker und schwächer gebaut war, als der hintere, an welchem namentlich die enorme Breite des Beckens ein gewaltiges Uebergewicht bewirkt. Man erkennt daraus klar, dass das Thier zum Sitzen auf dem Hinter-

theil bestimmt war, wobei ihm der (ebenfalls sehr kräftige) Schwanz Hülfe leistete, während es das schwächere Vorderende des Rumpfes in die Höhe hob, und mit den langen, mit grossen Krallen bewehrten Vorderbeinen Zweige von den Bäumen herabzog, deren Blätter ihm zur Nahrung dienten. Ich glaube sogar jetzt, bei reiflicherer Betrachtung des kolossalen Körpers, annehmen zu müssen, dass der Gang des Thieres ein schleppender war; dass es gleich den lebenden Faulthieren nur sehr langsam sich von der Stelle bewegte, dass auch bei dieser Bewegung der Schwanz auf den Boden sich stützte, und dass die Hinterbeine niemals ganz gestreckt werden konnten, vielmehr die hockende Stellung, mit herabgebogenem Vorderleibe, der auf dem langen viel schwächeren Vorderbeine ruhete, die natürliche war. Eine horizontale Position, wie Cuvier's, D'Alton's und Owen's Zeichnungen des Skelets sie angeben, halte ich nicht für möglich, und dient mir als Beweis für meine abweichende Ansicht besonders der Umstand, dass alle Wirbelkörper unten kürzer sind, als oben zwischen den Bogenschenkeln. Zum Nachweise theile ich hier auf folgender Seite die Maasse in englischen Zollen mit, welche ich von unserm Skelet, das in der naturgemässen gekrümmten Form des Rückens aufgestellt ist, entnommen habe. —

Setzt man die gefundenen Zahlen der Spannweite der beiden Rippen eines jeden Paares als Durchmesser der Körpergegend an, wo das Rippenpaar sitzt, so hatte der Rumpf vorn am Anfange hinter dem Halse etwa 30 Zoll oder 2½ Fuss Umfang und an der weitesten Stelle, in der Gegend des vierzehnten Rippenpaares etwa 156 Zoll oder 13 Fuss, ein Maass welches bei der Gesammtlänge des Rumpfes von 6 Fuss gewiss ungeheuer genannt werden darf. Dass ein solcher Umfang des Körpers hinten unmittelbar vor dem Becken nicht zu gross angesetzt ist, lehrt die Spannweite der Darmbeine des Beckens, welche an unserm vollständigen Exemplar 59 Zoll (fast 5 Fuss) beträgt, also die grösste Spannweite der Rippen noch um 10 Zoll übertrifft. Welch eine Masse kolossaler Eingeweide muss in dieser ungeheuren Körperhöhle Platz gefunden haben und wie kann man anders als annehmen, dass ein

Zahl.	Wirbelkörper.			Rippen.			Sternocostalknochen.
	Länge. oben	Länge. unten	Höhe.	Gerade Länge.	Bogen-Länge.	Spannweite.	Länge.
I.	$2^7/_8$	$2^3/_4$	$2^3/_4$	11	$12^1/_2$	$9^1/_2$	$2^1/_2$
II.	3	$2^5/_6$	3	14	18	13	$4^1/_3$
III.	3	$2^5/_6$	3	18	24	17	6
IV.	$3^1/_8$	3	$3^1/_8$	21	26	22	8
V.	$3^1/_8$	3	$3^1/_6$	23	30	26	12
VI.	$3^1/_4$	$3^1/_8$	$3^1/_3$	25	33	30	16
VII.	$3^1/_3$	$3^1/_4$	$3^1/_2$	26	38	36	20
VIII.	$3^1/_3$	$3^1/_4$	$3^7/_8$	27	39	40	$8^1/_2$
IX.	$3^1/_2$	$3^1/_3$	4	29	41	42	7
X.	$3^1/_2$	$3^1/_3$	$4^1/_2$	30	40	44	6
XI.	$3^3/_4$	$3^1/_2$	$4^3/_4$	30	40	46	5
XII.	$3^3/_4$	$3^1/_2$	5	30	40	48	4
XIII.	$3^5/_6$	$3^2/_3$	5	30	40	50	
XIV.	$3^5/_6$	$3^2/_3$	5	30	40	52	
XV.	$3^7/_8$	$3^3/_4$	$5^1/_8$	29	38	50	
XVI.	4	$3^7/_8$	$5^1/_8$	26	35	48	
XVII.	$4^1/_4$	$3^7/_8$	$5^1/_6$				
XVIII.	$4^1/_2$	4	$5^1/_4$				
XIX.	$4^3/_4$	$4^1/_2$	$5^1/_4$				

so ungeschlacht geformtes Geschöpf sich habe nur sehr langsam bewegen können, zumal da die grosse Differenz der Länge zwischen den vorderen und mittleren Sternocostalknochen lehrt, dass das grosse Uebergewicht des Körperinhalts der Bauchhöhle zufiel, und dass namentlich die Eingeweide zunächst hinter dem Zwerchfell einen sehr grossen Umfang hatten. Ich habe diese Ansicht ebenfalls schon in meiner ersten Publication: Anales etc. Tom. I. pag. 159. ausgesprochen und mich dabei auf die Analogie der lebenden Faulthiere berufen, deren Magen einen für die Grösse des Thieres höchst bedeutenden Umfang besitzt, wie ich mit Erstaunen wahrnahm an einem Exemplar das mir mein Sohn von Rio de Janeiro frisch hierher sandte. Leider waren alle Eingeweide so sehr in Fäulniss übergegangen, dass eine genaue Anatomie sich nicht mehr anstellen liess; aber der grosse Magen, strotzend gefüllt mit den gekauten Blättern der Cecropia, fiel mir sehr auf für das

übrigens nur schwach gebaute Geschöpf und schloss ich daraus, dass der Magen von Megatherium ebenfalls einen kolossalen Umfang gehabt haben müsse. Ich setze die Stelle meiner ersten Bearbeitung gleichfalls her, weil das spanische Original nur Wenigen zugänglich und verständlich sein dürfte:

„Es beweist diese höchst ähnliche Organisation beider „Thiere (der Megatherien und Bradypoden) dass auch ihre „körperlichen Verrichtungen einander sehr ähnlich waren; die „Muscular-Action, deren Kräftigkeit von der Respiration ab„hängig ist, tritt bei diesen Thieren zurück und bewirkte auch „für Megatherium einen ähnlichen langsamen Gang, wie ihn „die lebenden Faulthiere haben. Sein ungeheurer Bauch nöthigte „das Thier, viel und fast den ganzen Tag zu fressen, ohne sich „gerade stark zu bewegen. Es sass unter den Waldbäumen jener „Epoche ruhig da auf seinem breiten Becken, mit Hülfe der „kräftigen Schenkel und des steifen Schwanzes, und bog mit „seinen nach Verhältniss langen, auch viel schlankeren Vor„derbeinen die Zweige der Bäume herunter, bis ihm die Blätter „vor dem Maule hingen, frass in dieser sitzenden Stellung und „bewegte sich nicht eher weiter, als bis es das letzte so er„reichbare Blatt verzehrt hatte. Dann erhob es sich, um lang„sam zur nächsten Baumgruppe hin zu kriechen und dort sein „Mahl fortzusetzen, bis auch diese erschöpft war. Dies war „die tägliche einförmige Lebensweise dieses gewiss ebenso stu„piden wie plumpen Thieres, des ungeschlachtetsten Geschöp„fes, welches jemals den Argentinischen Boden und das ganze „Amerika bewohnt hat."

Reihet man die Wirbelkörper des Rückgrats so aneinander, wie es die Lage ihrer Verbindungsflächen, namentlich auch derer der schiefen Fortsätze, mit sich bringt, so beschreibt die Wirbelsäule des Rumpfes vom ersten Rücken- bis zum letzten Lendenwirbel einen Bogen, dessen Sehne 5½ Fuss lang ist und dessen Scheitel etwa über 1 Fuss (je nach der Grösse der Biegung 13—14 Zoll) über der Mitte der Sehne steht. Gerade gestreckt könnte dieser Bogen nur werden, wenn die Intervertebralsubstanz eine sehr grosse Elasticität besass und namentlich fähig war, sich am unteren Ende der Wirbel-

körper viel stärker zu dehnen, als am oberen; wobei natürlich die Gelenkungen der schiefen Fortsätze sich beträchtlich verschieben mussten. Aber wegen der starken Neigung der Dornfortsätze an den mittleren und hinteren Wirbeln nach hinten war eine völlige Streckung des Rückens bis zur geraden Linie unmöglich; das Thier musste, vermöge der Stellung dieser Dornen und der Lage der Verbindungsflächen der Körper, seinen Rücken immer mehr oder weniger gekrümmt halten und wurde ihm die stärkere Krümmung erleichtert durch diese Lage, die schwächere aber bis zur Streckung erschwert. Aus diesen Gründen muss ich, auf die Beobachtung an unserem Skelet mich stützend, die Aufstellung desselben in der Weise, wie die Figuren von Cuvier, D'Alton und Owen es zeigen, nicht für naturgemäss, sondern für künstlich entstellt erklären.

Es ist nöthig, ehe wir die natürlichen Stellungsverhältnisse des Rumpfes weiter verfolgen, ausführlicher von den Verbindungsflächen zu reden, mittelst derer die Wirbel aneinander hängen, denn darin zeigen dieselben beträchtliche Verschiedenheiten. Von den Berührungsflächen der Wirbelkörper soll hierbei nicht weiter die Rede sein; wir wollen nur wiederholen, dass die vordere an allen Wirbeln ein Weniges kleiner bleibt, als die hintere; eine leicht gewölbte Oberfläche besitzt, während die hintere schwach ausgehöhlt ist, und beide gegen die Mitte zu einen seichten Eindruck, eine Vertiefung haben. Mannigfaltiger sind die Verbindungsflächen am Bogen, welche den schiefen Fortsätzen angehören. Am ersten Rückenwirbel bilden die vorderen schiefen Fortsätze jederseits einen dicken Höcker (Fig. 1. und 3. c), dessen innere Seite die nierenförmige Verbindungsfläche mit dem letzten Halswirbel trägt, während die hintere einen kurzen Vorsprung des hinteren Randes vom Wirbelbogen (Fig 2. und 3. d. d.) darstellen, an dessen unterer Fläche die quer elliptische Berührungsfläche sich befindet. Der zweite und dritte Rückenwirbel haben auch vorn nur einen ebenen, stark vortretenden, in der Mitte leicht ausgeschnittenen Rand am Bogen, auf dessen oberer Fläche die Berührungsfläche mit dem vorhergehenden Wirbel ruht (Fig. 5. c.), und der hintere Rand desselben Bogen behält die Form des ersten Wir-

bels bei. So bleibt das Verhältniss der Berührungsflächen bis zum vierzehnten Rückenwirbel, doch tritt von dem vierten oder fünften ab eine dritte Berührungsfläche an der Basis des Dornfortsatzes, vorn wie hinten, hinzu, welche als eine ovallanzettförmige abgeplattete Erweiterung der Mittelkante dieses Randes angesehen werden kann. Owen sagt (Memoir, pag. 16), dass diese dritte Berührungsfläche erst am sechsten Rückenwirbel vorkomme, was bei seinem Exemplar der Fall sein mag; das unsrige zeigt sie schon am vierten und behält sie an den folgenden 6 Wirbeln bis zum zehnten; doch kommt es vor, dass sie ausnahmsweise fehlt an einem Paar der dazwischen befindlichen Wirbel. — Mit dem vierzehnten Wirbel bildet sich eine neue Modification der nach und nach an jedem Wirbel stets grösser werdenden Berührungsflächen dahin aus, dass jede von ihnen sich in zwei abtheilt, von welchen die eine an der oberen Ecke des Wirbelbogens sitzt, die andern zu jeder Seite an der Basis des Dornfortsatzes. Auch diese Theilung hat Owen richtig angegeben und vom sechszehnten Rückenwirbel bildlich dargestellt (pl. III. Fig. 4 und 5, a. p. z.); er spricht sie zuerst dem funfzehnten Wirbel zu, doch beginnt sie an unserem Exemplar schon am vierzehnten sich vorzubilden, obgleich die Trennung beider Hälften jeder früher einfachen Berührungsfläche noch nicht ganz vollständig ist. Anfangs sind beide Hälften dicht an einander gerückt, durch eine tiefe Furche von einander getrennt; hernach gehen sie weiter auseinander, zumal an den drei Lendenwirbeln, an denen sie sehr gross sind, wie unsere Figur 6 bei d^1 und d^2. Die äussere Hälfte d^1, welche vorn oben am Wirbelbogenschenkel, hinten an der Aussenecke des Bogens sitzt, ist kreisrund und ganz eben, die innere d^2 an der Basis des Dornfortsatzes hat einen länglich elliptischen Umriss und ist vorn am Bogen tief ausgehöhlt, hinten stark gewölbt. Mittelst dieser Berührungsflächen wird die Verschiebung der hinteren Wirbel gegen einander unmöglich gemacht; das Thier musste das Ende vom Rücken und die Lendengegend ganz teif tragen und konnte diese Partie seines Rumpfes nur sehr wenig krümmen, während die vordere Partie nicht bloss eine stärkere Krümmung, sondern auch eine

leichte Biegung nach beiden Seiten, vermöge der Lage der Verbindungsflächen zwischen den Wirbeln, gestattete.

Die drei Lendenwirbel, die grössten des ganzen Skelets, bieten übrigens keine anderen Unterschiede von den beiden letzten Rückenwirbeln dar, als durch ihre beträchtliche Grösse, den Mangel der Ansatzflächen für die Rippen an ihren Bögen, und die ganz andere Bildung des Querfortsatzes. Statt des dicken Seitenhöckers, den dieser Fortsatz an jedem Rückenwirbel vorstellt, ist derselbe an den Lendenwirbeln ein hoher, seitwärts nach aussen gelegener, aber nur dünner Kamm, in der Mitte von einem 1 — 1¼ Zoll weitem Loch durchbohrt, welches dem vorderen Ende des Kammes etwas näher liegt. An jedem folgenden der 3 Wirbel ist dieser Kamm etwas höher, als an dem vorhergehenden und an beiden Enden in eine vortretende Ecke ausgezogen, von denen die vordere mehr nach innen, die hintere mehr nach aussen sich wendet. Am ersten Lendenwirbel ist der obere Rand des Kammes 4 Zoll lang, am zweiten 4½ Zoll, am dritten 5 bis 5¼ Zoll. Die Dornfortsätze aller 3 Wirbel sind ausserordentlich stark nach hinten geneigt und der des letzten ist ein wenig vorwärts gekrümmt; sie haben nach einander 8½ und 9 Zoll Höhe. Die der vorhergehenden Rückenwirbel schliessen sich dieser Neigung an, werden aber allmälich immer etwas steiler, bis zum ersten, der völlig senkrecht steht. Ihre Länge ist verschieden; vom dritten, der 9 Zoll Höhe hat, werden sie niedriger, bis zum zwölften hin, der gleich den drei vorhergehenden nur 7½ Zoll hoch ist; von da an nimmt ihre Höhe wieder etwas zu, der 13te bis 15te sind 8 Zoll hoch, der 16te und erste Lendenwirbel 8½, die beiden andern 9 Zoll.

Von der Breite zwischen den Höckern der Querfortsätze habe ich schon früher angegeben, dass sie von 10 Zoll am ersten Rückenwirbel bis zum fünften auf 7 Zoll herabsinkt und mit dem 6ten wieder zunimmt, bis sie am letzen Lendenwirbel 13 Zoll zwischen den abstehenden hinteren Ecken der Seitenkämme beträgt.

Die Rippen, deren Zahl der der 16 Rückenwirbel gleichkommt, sind für die Grösse des Thieres nicht besonders stark; die vordersten erscheinen sogar ziemlich dünn und nur die

hinteren, vom achten Paare an, sind dick, gegen 2 — 2¼ Zoll an der dicksten Stelle im Durchmesser haltend. Die des ersten Paares haben in der Mitte nur 1 Zoll Durchmesser, die folgenden werden etwas breiter aber nicht viel dicker, indem sie sich nach vorn wie nach hinten in eine scharfe Kante ausdehnen. Die Länge der Rippen habe ich schon früher angegeben; nach Owen sind die siebente bis neunte die längsten. Ich finde allerdings auch an unserem Exemplar die neunte Rippe die längste, aber die zehnte und folgenden länger als die siebente und achte, obgleich der Unterschied nur gering ist. Weil aber die Krümmung der Rippen nach hinten zu abnimmt, so erscheinen diese hinteren, in gerader Linie vom Rippenkopf bis zum unteren Ende gemessen, etwas länger als die neunte. Indessen mögen darin wohl individuelle Verschiedenheiten vorkommen. Jede Rippe hat an ihrem oberen Ende drei Verbindungsflächen mit den Wirbeln, deren schon bei Schilderung der Wirbel gedacht wurde. Die erste sitzt unmittelbar am Ende des kegelförmigen, aber hier gerade abgestutzten Kopfes; die zweite bildet die nach innen gewendete Seite des abgestutzten Kegels und ist länglich oval; die dritte steht viel höher, am Tuberculum costae und hat eine querovale Form. Die erste verbindet sich, wie wir gesehen haben, mit dem Körper der vorhergehenden Wirbels, die zweite mit dem Bogen des zugehörigen und die dritte mit dem Ende des Querfortsatzes desselben Wirbels. Zwischen ihr und der zweiten bleibt eine halsförmig verengte Lücke. Diese Lücke hat eine verschiedene Länge und nimmt von vorn nach hinten an Ausdehnung zu; folglich auch die Länge desjenigen Theils der Rippe, welcher vom Ende des Kopfes bis zum oberen Rande des Tuberculum costae reicht. An unsern Exemplaren der ersten Rippe, die alle eine Berührungsfläche am Ende des Kopfes besitzen, welche der ersten Rippe des Owen'schen Exemplares fehlte, beträgt dieser Abstand 4 Zoll, und an der vierzehnten Rippe 8 Zoll; man kann darnach die allmälige Zunahme auf etwa 4 Linien ansetzen. Die beiden letzten Rippen, d. h. die fünfzehnte und sechszehnte, weichen von den übrigen in der Beschaffenheit des oberen Endes etwas ab; dasselbe ist beträchtlich

breiter, als an den früheren und der Kopf nicht konisch, sondern flachoval gestaltet. An der inneren Seite dieser Fläche befindet sich die ähnliche Verbindungsfläche mit dem Rippenbogen, die erste am Ende des Kopfes dagegen fehlt. Nach Owen (Memoir, pag. 17) fehlt sie schon an der vierzehnten Rippe, aber an unserm Exemplar ist eine solche terminale Verbindungsfläche vorhanden; freilich von etwas kleinerem Umfange als an den früheren. Der sechszehnten Rippe fehlt nicht blos eben diese terminale Verbindungsfläche des Kopfes, sondern auch die dritte am Tuberculum costae, wie Owen richtig bemerkt; dagegen finde ich seine Angabe, dass eben diese dritte Fläche schon von der dreizehnten Rippe an fehle, an unserem Exemplar nicht bestätigt; sie ist an ihr, wie an der vierzehnten, noch vorhanden, aber freilich an jeder hinteren Rippe etwas kleiner und hat an der fünfzehnten nur den vierten Theil des Umfanges derselben an der zwölften. Doch mögen auch hierin individuelle Verschiedenheiten vorkommen, denn ich vermisse die entsprechende Verbindungsfläche am Querfortsatz eines anderen grossen Wirbels, der mir der zwölfte oder höchstens der dreizehnte zu sein scheint, also mit Owen's Angabe übereinstimmt.

Das Brustbein hat Owen nicht vollständig vor sich gehabt und darum in der Angabe seiner Theile sich geirrt. Ich kenne es jezt von fünf Exemplaren, darunter drei vollständige, und bei diesen allen besteht das Brustbein nur aus sieben Stücken mit eben so vielen Paaren von Sternocostalknochen. Da ich von zweien vollständigen Brustbeinen schon im I. Bande der Anales, pag. 135 flgd. eine ausführliche, durch Abbildungen erläuterte Beschreibung gegeben habe, so beschränke ich mich hier auf einige vergleichende Bemerkungen mit dem neuen dritten Exemplar, nur kurz erwähnend, dass die sieben Hauptstücke des Sternum aus einem grossen, fast kreisrunden, 8 Zoll im Durchmesser haltenden Manubrium, fünf mehr oder weniger kubischen Sternalwirbeln von etwa je 4 Zoll Quadratfläche und einem konischen, zugespitzten Processus xiphoideus bestehen, der 4 Zoll lang zu sein pflegt. Diese sieben Stücke verwachsen nie miteinander, sondern

bleiben lebenslänglich in biegsamer Verbindung mittelst Faserknorpel. Da wo je zwei miteinander zusammenhängen haben sie an jeder Seite Gelenkungen für die Verbindung mit den ebenfalls verknöcherten, sehr soliden Sternocostalknochen. Die Länge dieser Knochen habe ich bereits früher angegeben; es stossen ihrer sieben direct an das Brustbein, der erste an das Manubrium, die folgenden sechs an die 6 Verbindungsstellen der 7 Knochen untereinander. Der erste ist ein kurzer dicker Knochen, welcher mit der zu ihm gehörigen ersten Rippe innig verwächst und mit ihr einen fortlaufenden Bogen bildet, der nach unten mit einer grossen elliptischen Ansatzfläche endet, deren Mitte mehr gewölbt ist, während die Seitenränder etwas zurückgebogen sind. Er setzt sich an den hinteren, hier sehr dicken Seitenrand des Manubrium, der eine ähnliche aber entgegengesetzt gewölbte Verbindungsfläche trägt. Der zweite Sternocostalknochen ist viel dünner, von länglich dreieckiger Form und ebenfalls bei dem einen unserer Exemplare innig mit der zugehörigen Rippe verwachsen. So hat ihn auch Owen dargestellt pl. IX. fig. 2. Ein anderes unserer Exemplare hat einen selbstständigen Sternocostalknochen von ganz ähnlicher Gestalt; beide enden nach unten mit 2 kreisrunden Gelenkflächen, von denen die eine sich mit dem Manubrium, die andere mit dem ersten Sternalwirbel hinter dem Manubrium verbindet. Den dritten Sternocostalknochen hat Owen ebenfalls (fig. 3) mit der Rippe verwachsen vorgestellt; bei unsern Exemplaren ist er isolirt; er besitzt am Sternalende drei Gelenkflächen, zwei nach unten und aussen und eine nach innen und oben; letztere setzt sich an den zweiten Sternalwirbel, die andern beiden stossen die einen an den ersten die andern an den zweiten. Dieselbe Bildung hat auch der vierte, fünfte und sechste Sternocostalknochen, doch mit dem Unterschiede, dass die obere innere dritte Gelenkfläche grösser ist, um die entsprechende Ecke des Sternocostalknochens herumläuft und ebenfalls mit beiden Sternalwirbeln zusammentrifft. Abweichender ist der siebente Sternocostalknochen gebaut, viel grösser, plumper und breiter als die anderen und am inneren Ende nur mit einer grossen,

halbeiförmigen Gelenkfläche versehen, welche zugleich mit dem letzten Sternalwirbel und der breiten Basis des Processus xiphoideus in Verbindung tritt. — In meiner früheren Beschreibung a. a. O. habe ich angegeben, dass der siebente Sternocostalknochen und der sechste durch eine lange abgeflachte Verbindungsfläche an ihren entgegengesetzten Rändern miteinander zusammenhängen. Eine solche Verbindung fehlt meinem jetzt hinzugekommenen dritten Exemplar völlig; es ist aber dafür beträchtlich grösser, zumal breiter und dicker, denn jene beiden früheren Exemplare hatten nur 14 und 17 Zoll Länge, und mein jetziges hat 20 Zoll. Auch die darauf folgenden Costalanhänge, welche sich mit dem siebenten Sternocostalknochen und so weiter untereinander verbinden, sind grösser und dicker, namentlich aber breiter, als die früher von mir geschilderten und abgebildeten. Man erkennt daraus, dass individuelle Abweichungen in dieser Sphäre des Skelets häufig sein werden; dass aber die Zahl der vorhandenen Sternalknochen eine fixe, auf sieben beschränkte sein dürfte, und Owen's Annahme von acht, oder da dessen achter (pl. XI. Fig. 8—12.) völlig mit meinem sechsten übereinstimmt, gar neun Sternalelementen auf einer Täuschung beruhen möchte. Das ganze Brustbein unseres grössten Exemplars ist übrigens nur 23 Zoll lang, wovon 6 Zoll auf das Manubrium, 4 Zoll auf den Processus xiphoideus kommen, die übrigen 13 sich auf die Art in die fünf mittleren Sternalknochen vertheilen, dass der erste von ihnen 2 Zoll, der zweite 2½, der dritte 3, der vierte und der fünfte jeder 2¾ Zoll wegnimmt. —

Vom Becken habe ich seit meiner einleitungsweise erwähnten Mittheilung in den Verhandlungen der zool. botan. Gesellsch. zu Wien kein weiteres Material erhalten und kann also auch nichts Neues darüber sagen, den Leser auf die dortige Schilderung verweisend.

Es bleibt also zunächst das Skelet des Schwanzes zu besprechen, wovon mir 2 vollständige Exemplare unserer Sammlung zu Gebote stehn. Beide enthalten gleich viele Wirbel, nämlich achtzehn, zeigen aber dennoch beträchtliche Verschiedenheiten, sowohl in der Gesammtform, wie in der der

einzelnen Wirbel. Denn der eine ist 5½ Fuss lang, und der andere nur 4¾ Fuss; doch haben beide am Anfange ziemlich gleiche Dicke, d. h. der senkrechte Durchmesser erhebt sich bis auf 22 oder 23 Zoll, die unteren Dornen mitgerechnet und der Querdurchmesser zwischen den Seitenfortsätzen auf 17—18 Zoll. Der Längenunterschied rührt nämlich hauptsächlich von der grossen Verschiedenheit der acht letzten Wirbel her, welche in dem grösseren Exemplar zusammen 20 Zoll betragen, und in dem kleineren nur sechszehn. In jenem ist jeder von diesen acht Wirbeln einzeln etwas länger, als in diesem und die Form seines Körpers eine mehr cylindrische, in diesem dagegen werden die letzten vier Wirbelkörper zu kurzen Scheiben, die eine grössere Ausbreitung nach beiden Seiten, als von vorn nach hinten besitzen. An diesem Exemplar wird es sehr deutlich, dass der Schwanz eine nach Verhältniss dicke und keineswegs schlanke Spitze besass, mit welcher er sich fast auf den Boden stemmen und so dem gehenden Thier als Stütze dienen konnte. Bei dem anderen Exemplar wurde dieselbe Absicht durch die grössere Länge der Spitze erreicht, die wahrscheinlich nicht blos den Boden berührte, sondern in einer gewissen Ausdehnung auf ihm ruhte.

Von der Form der einzelnen Schwanzwirbel rede ich nicht; Owen hat davon eine vollständige, durch schöne Abbildungen erläuterte Beschreibung gegeben (pag. 23 flgd. pl. II. VIII. und X.). — Aus meiner Schilderung des Beckens (a. a. O.) wiederhole ich nur, dass bei unserem grösseren Exemplar sich zwischen dem ersten Schwanzwirbel und dem Becken an jeder Seite ein sonderbar gestaltetes Zwickelbein befindet, wovon an dem anderen Exemplar des kürzeren Schwanzes, gleich wie in Owen's Figur, jede Spur fehlt, durch den Mangel von Ansatzflächen am vorderen Rande des Wirbelkörpers sich andeutend. Ueberhaupt zeigt der erste Schwanzwirbel in der Form seines Querfortsatzes deutliche individuelle Verschiedenheiten. Derselbe ist an dem längeren Schwanz drehrund geformt, wie an den nachfolgenden Wirbeln und noch etwas dünner, als in Owen's Fig. pl. II., an dem anderen dagegen sehr viel höher, stark von vorn nach hinten zusammen gedrückt

und völlig verschieden im Ansehen von den Querfortsätzen der nachfolgenden Wirbel, welche alle eine ziemlich prismatische Gestalt mit etwas verdicktem Endknopfe besitzen. Gleich den Dornfortsätzen werden diese Querfortsätze nach dem Ende des Schwanzes zu mit jedem Wirbel etwas niedriger und schwächer, der Abnahme des Wirbelkörpers entsprechend, zeigen aber sonst keine weiteren Unterschiede. In gleichem Grade nimmt die Weite des Wirbelkanales ab, bis er am fünfzehnten Wirbel ganz verschwindet. An eben diesem und dem folgenden sind die Fortsätze nur noch als Höcker angedeutet, an den beiden letzten fehlen sie ganz. Der letzte hat die Grösse einer starken Haselnuss oder kleinen Wallnuss und eine kurz konische Form. Ebensoweit wie der obere Wirbelkanal reichen auch die unteren Schwanzdornen, welche sich einzeln mit je 2 benachbarten Wirbeln verbinden und den Kanal für die Blutgefässstämme umschliessen. Sie treten zuerst als zwei völlig getrennte Dornen am hinteren Rande des ersten Schwanzwirbels auf und stellen weiterhin einen Y-förmigen Knochen dar, dessen Stiel am Dorn des dritten Schwanzwirbels am längsten ist. Hier hat der ganze Knochen unseres grössten Exemplars 11 Zoll Länge. Vom dritten Dorn an werden sie kürzer, aber ihre Spitze dehnt sich mehr nach vorn und hinten in einen Kamm aus; mit dem zehnten Wirbel verschwindet der untere Stiel und die Knochen erscheinen bloss V-förmig, mit jedem folgenden Wirbel etwas kleiner werdend, bis der letzte des fünfzehnten Wirbels nur noch 1½ Zoll hoch bleibt. Owen hat die Ausdehnung des Wirbelkanales bis zum sechszehnten Schwanzwirbel verfolgen können; an unsern Exemplaren endet dieser Kanal am vierzehnten.

Wichtiger für die äussere Gestalt des Thieres, als die blosse Form des Schwanzes, ist seine Stellung im Leben gewesen und glaube ich diesen Gegenstand weiter besprechen zu müssen. Dass derselbe keine blosse Decoration war, sondern einen wichtigen Antheil an den Bewegungen des Thieres nahm, scheint mir seine grosse Kräftigkeit, welche entschieden auf den Zweck einer Stütze hinweist, zu beweisen. Er muss aber, um als Stütze dienlich zu werden, nicht bloss

den Boden berühren, er müsste sich wahrhaft auf denselben stemmen, und das konnte nicht bloss mit dem äussersten Endpunkte erreicht werden, [illegible] musste eine Strecke des ganzen Endtheiles auf dem Boden ruhen; vielleicht die letzten vier bis fünf Wirbel, wie deren abweichende Form unseres kleineren Exemplares andeutet. Stellt man nun den Rumpf des Thieres horizontal, in ziemlich paralleler Richtung mit dem Boden, die Hinterbeine gerade gestellt, wie in den bisherigen Abbildungen des Skelets, so befindet sich die Basis des Schwanzes ziemlich genau fünf Fuss über dem Boden, der steife und wenig zum Biegen geschickte Schwanz konnte also, da er selbst nicht viel länger, oder gar kürzer war als fünf Fuss, den Boden entweder gar nicht erreichen oder höchstens mit der Spitze so eben berühren. Bei solcher Stellung wäre der gewiss sehr schwere und keiner grossen Beweglichkeit fähige Schwanz dem Thier eher ein Hinderniss als eine Hülfe bei der Bewegung gewesen, zumal wenn er steif ausgestreckt getragen werden musste, wie mir das aus seinem ganzen Bau hervorzugehen scheint. Nach meiner Ansicht war es darum nöthig für das Geschöpf, seine Hinterbeine stets stark geknickt zu halten im Kniegelenk, so dass Ober- und Unterschenkel mit einander einen Winkel von 90—100 Graden bildeten, bis in Folge dieser Biegung das Becken dem Boden so weit nahe kam, dass die Schamfuge in der Höhe des Kniegelenks sich befand, etwa zwei Fuss über dem Boden. In dieser Stellung sank das hintere Ende des Kreuzbeines viel tiefer als das vordere herab, und der daran sitzende Schwanz hatte, bei einer Länge von etwa fünf Fuss, Ausdehnung genug, seine Endstrecke auf dem Boden ruhen zu lassen. Nahm das Becken diese stark nach hinten geneigte Stellung an, so erhob sich natürlicher Weise in demselben Maasse das vordere Ende des Kreuzbeines, und weil dies geschah, musste das Rückgrat die gebogene Form erhalten, welche, wie wir eben gesehen haben, ihm eigen ist, damit die Brust wieder in das richtige Niveau zum Becken trete. Man darf annehmen, dass die Spitze des Brustbeins und die Schambeinfuge, bei normaler Stellung des Thieres, gleich hoch über dem Boden sich befunden haben werden, und das

war wohl der Fall, wenn man das vordere Ende des Kreuzbeines sich fünf Fuss hoch über dem Boden und das Becken so nach hinten geneigt denkt, dass das hintere Ende des Kreuzbeines etwa vier Fuss darüber schwebte. In dieser Stellung konnte der fünf Fuss lange Schwanz sich gut auf den Boden stützen und das stark gekrümmte Rückgrat eine Stellung annehmen, welche den Anfang des Rückens in gleiche Höhe mit der Kreuzgegend brachte. Dann stützten die etwas längeren Vorderbeine, weniger im Ellbogengelenk geknickt als die hinteren im Kniegelenk, das stehende Thier ohne Anstrengung; setzte es sich aber auf das Hintertheil, so dass der Schwanz wenigstens zur Hälfte auf dem Boden ruhete, so hatte es die Vorderbeine, wegen der Biegung des Rückens, stark gehoben und mittelst der durch die Biegung gegebenen Beweglichkeit desselben völlige Freiheit und Kraft, den viel leichteren, weit zierlicher gebauten Vorderleib noch weiter schwebend in die Höhe zu heben, um mit den grossen Krallen der Vorderbeine über ihm hängende Gegenstände zu packen und herabzuziehen. Vielleicht schlug es die eine grosse Kralle der Hinterbeine in den Boden, um sich auch nach vorn so sicher zu halten, wie der lange Hacken es nach hinten sicher trug. Doch will ich hierüber erst später, nach Betrachtung der Extremitäten, reden.

Was deren Knochenbau betrifft, so steht derselbe in einem ähnlichen Verhältnisse von vorn zu hinten, wie der Rumpf des Thieres; die vorderen sind schlank, ziemlich gestreckt und fast zierlich gestaltet, während die hinteren dick, plump, man möchte sagen ungeschlachtet sich ausnehmen. An jenen ist alles auf's Auslangen berechnet, an diesen auf's Anstemmen und Festsetzen. Daher kommt es, dass z. B. an den Pfoten die Carpuspartie ungemein kurz, die Finger aber sehr lang sind, während am Fuss die Tarsalhälfte grösser ist als die Zehenhälfte und darin wieder das Hackenbein einen so ungeheuren Umfang erreicht, dass es allein länger ist als die ganze vor ihm liegende Knochenreihe. Kein Säugethier hat einen Calcaneus von nur annähernd ähnlichem Umfange. Mögen einige weitere Angaben der Grössenverhältnisse der

Knochen beider Extremitäten diese allgemeinen Betrachtungen mehr ausführen.

Das Schulterblatt zeichnet sich durch eine sehr gestreckte, nach hinten ausgezogene, länglich dreiseitige Form aus; es ist in dieser Richtung 27—28 Zoll lang und über dem Schultergelenk 17—18 Zoll hoch. Ein ungemein kräftiger Kamm, dessen Akromion sich unter einem Bogen mit dem gleichfalls sehr dicken Proc. coracoideus verbindet, wie bei allen Gravigraden und Tardigraden, theilt die äussere Oberfläche in zwei sehr ungleiche Hälften, von denen die obere wohl viermal so gross ist wie die untere. Ein 1½ Zoll weites Loch durchbohrt die Fläche jener Hälfte dicht vor dem vorderen Ende des Kammes zum Durchgange der Nerven und Blutgefässe, die aus der Achselhöhle kommen. Wir besitzen zwei etwas ungleiche Exemplare des Schulterblatts, aber beide von derselben (rechten) Seite; sie weichen von Owen's Figur (pl. XVIII.) durch grössere Schlankheit und geringeren Umfang etwas ab, besonders aber darin, dass sie vorn relativ niedriger und nach hinten zu breiter sind, also einen mehr gestreckten Umriss haben. Im Einzelnen verweise ich auf dessen Beschreibung.

Das Schlüsselbein, welches den ausnehmend kräftigen Akromialbogen mit dem Manubrium sterni verbindet, ist von ganz enormer Grösse und Dicke, an beiden Enden stark angeschwollen, in der Mitte S-förmig gekrümmt und hier bis zwei Zoll stark. Wir haben vier Exemplare, worunter zwei von demselben Individuum des ganzen Skelets. Sie sind 15 Zoll lang und an jedem Ende vier Zoll dick; das kleinste ist etwas über 14 Zoll lang, aber wenigstens am Akromialende fast ebenso dick. Mit Recht bemerkt Owen, dass eine Verbindung der Clavicula mit der ersten Rippe, welche Cuvier annahm, nicht vordanden ist. Uebrigens spricht die ungemeine Grösse der Clavicula, die überhaupt nur bei solchen Säugethieren sich findet, welche ihre Vordergliedmaassen zu etwas Anderem als zum blossen Gehen benutzen, dafür, dass diese Benutzung bei Megatherium eine sehr nachhaltige und ausgedehnte war, und da von Klettern oder Graben bei einem so

ungeschlachten Thier nicht wohl die Rede sein kann, dieselbe im Ansichziehen oder Herabreissen von Gegenständen zu suchen ist, wie es die grossen sanft gebogenen Krallen der Vorderfüsse lehren.

Den Oberarmknochen haben wir fünfmal, und die beiden des Vorderarms dreimal; alle stimmen wie unter sich, so auch mit den Abbildungen Owen's (pl. XIX. und XX.) so vollständig überein, dass weitere Beschreibungen überflüssig sind; ich erwähne darum nur, dass unsere fünf Humeri eine Länge von 28—29 Zoll besitzen und unten an der breitesten Stelle zwischen beiden Gelenkknorren 13 bis 14 Zoll breit sind. Letztere sind ungemein stark, dagegen die Höcker und Leisten am oberen Ende des Knochens schwach; sie beweisen mir, dass die Musculatur der Vordergliedmaassen gegen die kräftigen Knochen gehalten, nur schwach war, also auch nur eine langsame Bewegung derselben gestattete. Am unteren Ende, wo die Musculatur für den Vorderfuss sich ansetzte, sind die Knorren und Leisten verhältnissmässig viel stärker, was darauf hinzuweisen scheint, dass diese Partie der Vorderbeine lebhafterer Bewegungen fähig war. Die beiden unteren Gelenkköpfe des Humerus sind gegen das enorm grosse Olekranon der Ulna gehalten klein, und der innere, welcher bloss mit der Ulna gelenkt, ist beträchtlich kleiner als der äussere, an den Ulna und Radius gleichmässig sich heften. Letztere beiden Knochen haben, wenn man von dem grossen, breiten, kammartig nach hinten vorragenden Olekranon absieht, fast gleiche Länge; vom Rande der Gelenkgruben gemessen sind unsere grösseren Exemplare 26, unsere kleineren 24 Zoll lang und in der Mitte 3—3½ Zoll dick; am oberen Ende hat die Ulna fünf Zoll Breite und das Olekranon hinter den Gelenkgruben ist 10—11 Zoll breit; am unteren Ende dagegen beträgt ihr Durchmesser nur 2—2¼ Zoll. Der Radius verhält sich entgegengesetzt; seine hohle Gelenkfläche des oberen Endes hat 3½ — 4 Zoll Durchmesser, darunter ist der Knochen nur 2½ Zoll stark, und am unteren Ende hat die tiefe Gelenkgrube sechs Zoll Länge und vier Zoll Breite. Uebrigens sind beide Knochen des Vorderarms nur locker verbunden,

so dass eine grosse Beweglichkeit der Pfote, mit vollständiger Pro- und Supination, gestattet bleibt.

Die Pfote ist gross und ihr grösster Längsdurchmesser kommt dem des Vorderarms gleich. Sie hat nur vier Finger oder Zehen, indem die innerste oder der Daumen fehlt. Die auffallend kurze Carpalpartie besteht aus sieben Knochen, von welchen die vier der ersten Reihe denselben des Menschen entsprechen, in der zweiten Reihe dagegen statt der beiden Multangula nur ein einziges sehr kleines Knöchelchen vorhanden ist. Naviculare und Lunatum haben einen beträchtlichen Umfang und gelenken zusammen mit dem Radius; die Ulna hat am unteren Ende keine Gelenkfläche und ist nur locker mit dem Triquetrum verbunden. An letzteres setzt sich das sehr grosse, kammförmige, nach hinten abstehende Pisiforme. In der zweiten Reihe der Carpusknochen ist dass Hamatum der grösste, denn es gelenkt mit allen drei äusseren Zehen: das Capitatum ist klein und auf die Mitte des Metacarpusknochen der dritten grössten Zehe beschränkt. Vor dem Metacarpusknochen der zweiten Zehe liegt ein ganz kleines Multangulum, dessen innerer Rand zugleich an das vom Daumen allein vorhandene Metacarpusbein stösst. Dasselbe ist nur zwei Zoll lang und am Anfange stark comprimirt, um sich in die ganze Fuge zwischen Naviculare und Metacarpus des Zeigefingers einzuschieben. Die anderen Metacarpusknochen sind gross und stark, aber sehr verschieden an Länge. Die beiden des Zeige- und Mittelfingers erscheinen kurz gegen die langen des Ring- und Kleinfingers und sind in Folge dessen auch viel dicker; der erste ist fünf, der zweite sieben Zoll lang, dagegen der des Ringfingers 10½ — 11 Zoll und der des Kleinfingers 9½ — 10 Zoll. In Folge dieser grösseren Ausdehnung des Metacarpusknochens erreicht der Ringfinger von allen vieren die grösste Länge, nämlich 20 — 22 Zoll; der Mittel- und der Zeigefinger sind 18 — 19 Zoll lang und der Kleinfinger misst nur 10½ — 11 Zoll. An den drei mittleren Zehen sitzen grosse, sanft gebogene, aber nicht eigentlich hackenförmige Krallenglieder, von denen das des Mittelfingers enorm gross ist. Jedes hat eine grosse, weite, hohle Scheide

an der Basis, aus welcher die knöcherne Achse der Hornkralle mit der Spitze hervorragt. Am Zeigefinger ist das ganze Krallenglied 9 Zoll lang und die Scheide 5 Zoll; am Mittelfinger 11 Zoll und die Scheide 8 Zoll; am Ringfinger das erstere ebenfalls 9 Zoll, die Scheide aber 7 Zoll. In Owen's Figur pl. XXI. sind diese Verhältnisse nicht ganz im Einklange mit unseren drei Exemplaren (zweien der rechten, einem der linken Seite) dargestellt, was wieder auf beträchtliche individuelle Verschiedenheiten hinweist. An unsern Pfoten sind die Metacarpusknochen schlanker gebaut, besonders am Ring- und Kleinfinger, und die Krallenglieder nach Verhältniss grösser, wenigstens ihre Scheiden, welche an Owen's Exemplar zum Theil beschädigt gewesen sein mögen. Im Uebrigen stimmt die Zahl und Lage der Knochen überein; auch an unseren drei Pfoten sind die beiden auffallend kurzen Phalangen des Mittelfingers in einen Knochen zusammengewachsen, ist die zweite Phalange des Zeigefingers sehr viel länger als die erste, und beide ziemlich gleich gross am Ringfinger. Endlich bilden diese beiden Phalangen am Kleinfinger nur zwei ganz kleine, fast rudimentäre Knöchelchen und die dritte, welche dem Krallengliede der anderen Zehen entsprechen würde, fehlt ganz. Daher die auffallende Verkürzung dieser kleinsten äussersten Zehe.

Mitten unter der Handwurzel liegt noch ein grosser scheibenförmig flacher, in der Mitte etwas vertiefter Sehnenknochen von vier Zoll Breite und drei Zoll Länge, den Owen nicht gekannt hat. Wir besitzen ihn von allen drei Pfoten und werde ich denselben später durch genaue Abbildungen besser erläutern können, als es hier, ohne dieselben, möglich ist.

Ich will schliesslich noch darauf aufmerksam machen, dass die ganze vordere Extremität, wenn man ihre drei Hauptabschnitte geradlinig an einander reiht, zusammen etwa 80 Zoll (6⅔ Fuss) lang ist, oder, da das stehende Thier mit der ganzen Pfote den Boden berührte, das Schultergelenk bei mässiger Knickung des Ellbogengelenkes, nicht höher als etwa vier Fuss über dem Boden sich befinden konnte, d. h. also mit dem Hüftgelenk in ziemlich gleicher Höhe stand, oder genau ge-

nommen vielleicht ein Weniges höher. Damit würden die früher angesetzten Stellungsverhältnisse des Brustbeinendes und der Schamfuge sehr gut harmoniren.

Mit den Knochen der hinteren Extremität ist unsere Sammlung ebenso reichlich versehen, wie mit denen der vorderen; wir besitzen den Oberschenkel viermal und ebenso oft die Knochen des Unterschenkels, den Fuss dagegen nur einmal ganz vollständig, aber ausserdem noch drei lückenhafte Specimina.

Bei Betrachtung der Femora, deren allgemeine Form und colossale Dimensionen durch die vielen früheren Abbildungen hinreichend bekannt sind, fallen die sehr grossen individuellen Unterschiede sogleich in die Augen, sie lassen sich leicht an folgender tabellarischen Uebersicht ihrer Dimensionen in Engl. Zollen nachweisen.

	I.	II.	III.	IV.
Ganze Länge	30	27	28	28
Breite zwischen Kopf und Trochanter	15	15⅓	15¾	15
Breite in der Mitte	10²/₅	10²/₅	11⅓	10½
Grösste Breite am unteren Ende	15½	15	16¾	15
Abstand der Condyli von einander	2	2	3	3
Durchmesser des oberen Schenkelkopfs	7⅓	7⅓	7¼	7¼

Die Vergleichung dieser Maasse lehrt, dass mit der Länge des Schenkelknochens seine Breite nicht gleichförmig zunimmt, sondern dagegen zurückbleibt; es giebt schlanke längere und kurze breite Schenkelknochen, wie es längere und kürzere Schwänze giebt, und wahrscheinlich stehen beide Unterschiede in Beziehung zu einander; der schlanke Schenkel gehört zu dem längeren Schwanz, wie der kürzere breitere Schenkel zu dem kurzen. In der That stammt auch der oben beschriebene 5½ Fuss lange Schwanz von demselben Individuum her, von dem der 30 Zoll lange schmälere Schenkel stammt; beide correspondirenden Dimensionen beweisen, dass es ebenfalls grössere und kleinere, schlankere und gedrungenere Individuen unter den Megatherien gab, wie ähnliche Verschiedenheiten

noch jetzt bei allen grösseren Säugethieren vorkommen. Merkwürdig dürfte es dabei sein, dass der Schenkelkopf, trotz dieser Unterschiede, ziemlich dieselbe Dimension bei allen beibehält, während der Abstand der unteren Condyli von einander beträchtlichen Schwankungen unterliegt. —

In Bezug auf die Knochen des Unterschenkels lässt sich dasselbe an unseren vier Exemplaren nachweisen, obgleich die Verschiedenheiten derselben nicht ganz so augenfällig sind. Drei der vier Unterschenkel gehören zu den Oberschenkeln I, II, III der vorstehenden Tabelle, sind also für die Beurtheilung der individuellen Unterschiede völlig maassgebend; der vierte ist von demselben Individuum, wie No II, und stimmt mit ihm genau überein. Folgende Tabelle giebt ihre Dimensionen an:

	I.	II.	III.
Ganze Länge beider verwachsener Knochen	23	21	20
Breite derselben am oberen Ende	13	12¼	12½
Breite am unteren Ende	11½	12	11½
Länge der Lücke zwischen ihnen	10	7	7
Dicke der Tibia in der Mitte	4¾	4½	5
Dicke der Fibula ebenda	2	2	2

Man ersieht aus den Maassen, dass zu dem längeren Oberschenkel auch der längere Unterschenkel gehört und die Schlankheit in der Gestaltung des einen sich auch dem anderen mitgetheilt hat. Als das normale Verhältniss dürfte in beiden Fällen No. II. angesehen werden, während No. III. das andere Extrem der kurzen gedrungeneren Form darstellt, dessen Ausführung indessen am Unterschenkel weniger grell ist, als am Oberschenkel. Owen's Figur des letzteren (pl. XXIII.) in $1/3$ der natürlichen Grösse vorgestellt (nicht in $2/5$, wie irrigerweise auf der Tafel steht) passt gut zu unserem Oberschenkel No. II. und rechtfertigt meine Annahme, dass dessen Dimensionen die normalen seien.

Zwischen Ober- und Unterschenkel treten zwei kleine Knochen ein, welche die Gelenkung beider unterstützen. Vorn sitzt auf dem unteren Ende des Oberschenkels die für die Grösse des

Schenkelknochens sehr kleine Kniescheibe; ein fast halbkugeliger, nur vier Zoll breiter Knochen, der abwärts in eine stumpfe Spitze sich verlängert. Seine merkwürdige Verbindung mit der Gelenkfläche des äusseren Condylus allein hat Owen besprochen (p. 66) und die Unterschiede hervorgehoben, welche zwischen den Gattungen der Gravigraden bestehen. Ich finde dieselben an den Exemplaren unseres Museums bestätigt; bei Mylodon und Scelidotherium berührt die Gelenkfläche für die Kniescheibe beide Condyli und bei Megalonyx, dessen Schenkel ich auch vor mir habe, bleibt sie von beiden abgesondert.

Der zweite noch kleinere Knochen liegt im Kniegelenk und schiebt sich in den hinteren Rand der Gelenkung des äusseren Condylus mit der entsprechenden Gelenkgrube am oberen Ende der verwachsenen Tibia und Fibula hinein, mit zwei glatten Gelenkflächen Femur und Tibia berührend und mit seiner dritten gewölbten, etwas unebenen Fläche zwischen ihnen hervorragend. Dieser kleine Knochen, den Owen Fabella genannt hat, verband sich mit der äusseren Sehne der Gastroknemii.

Wir besitzen im Museum noch einen ähnlichen aber etwas grösseren Knochen, ebenfalls paarig als sich entsprechende linke und rechte Seite, der eine sehr rauhe, runzelig unebene Oberfläche hat, auf der einen Fläche von grossen Gefässlöchern durchbohrt wird und am Rande seiner schmälsten stärker gewölbten Oberfläche eine kleine ovale Ansatzstelle, wie eine Gelenkfläche zeigt. Es ist mir bis jetzt nicht gelungen, seine Stellung am Skelet richtig zu ermitteln; von Megatherium muss er sein, seiner ganzen Beschaffenheit nach, und wahrscheinlich sass er am Fuss, um den grossen vorbeigehenden Sehnen als Roll- oder Sesambein zu dienen.

Es bleibt noch übrig vom Knochengerüst des Hinterfusses zu reden, das einen der merkwürdigsten Theile des ganzen Skelets darstellt, und in der Ausführung seiner allen übrigen Säugethieren zwar analogen Anlage doch so beispiellos dasteht, dass es mit Recht die grösste Verwunderung erregt. Unser vollständiges Exemplar ist von der äussersten Ecke des Hackens nach hinten bis zur Spitze der längsten Zehe 32 Zoll

lang, übertrifft also an Ausdehnung das von Owen pl. XXV. abgebildete, dessen ganze Länge kaum 28 Zoll zu betragen scheint, um ein Beträchtliches. Das langgezogene, nach hinten in eine Spitze verlängerte, grosse Hackenbein ist aussen 14 Zoll lang, und die vor ihm liegende Knochenreihe des Würfelbeins mit der zweiten der drei vorhandenen Zehen misst nur 13 Zoll. Im Allgemeinen hat es eine konische Gestalt, mit abgeplatteter unterer Seite und nach vorn gewendeter, etwa sechs Zoll breiter Basis, vor welcher der Knochen etwas schmäler ist, hernach aber wieder breiter wird, bis sieben Zoll. An der Aussenseite sitzt etwas vor der Basis ein starker comprimirter Höcker, hinter welchem die grossen Sehnen der Beugemuskeln zur Fusssohle sich begaben. An der Basis sitzt nach innen ein anderer weiter nach vorn ragender Höcker, welcher mit einer glatten Gelenkfläche endet, woran sich die kleinere Verbindungsfläche des Astragalus setzt. Durch diesen Höcker erhält die Innenseite des Calcaneus eine Länge von 16 Zoll. Die Mitte der Basis wird von einer anderen, grösseren, gewölbten Gelenkfläche eingenommen, woran die zweite grössere Facette des Astragalus stösst. Vermittelst beider ruht der Astragalus sicher auf der etwas geneigten Basis des Calcaneus.

Den Astragalus haben wir viermal in sehr verschiedener Grösse, denn sein von vorn nach hinten gerichteter grösster Durchmesser beträgt an dem kleinsten $8^1/_3$ Zoll und an dem grössten $10^1/_4$. Da Owen ihn sehr ausführlich besprochen und von verschiedenen Seiten abgebildet hat, so will ich nur erwähnen, dass ausser den beiden Flächen der unteren Seite, die an den Calcaneus gelenken, noch drei Verbindungsflächen an ihm bemerkt werden: eine grosse, in der Mitte rollenartig ausgehöhlte für die Verbindung mit dem Ende des Unterschenkels; eine kleine kreisrunde, napfförmig vertiefte zur Verbindung mit dem Kahnbein, und eine Fortsetzung des breiten Saumes dieser Fläche nach aussen zur Verbindung mit dem Würfelbein. Bringt man die angegebenen Verschiedenheiten in den Dimensionen in Anschlag und erwägt zugleich, dass der Astragalus unseres vollständigen Fusses von 32 Zoll Länge nur $8^3/_4$ Zoll lang ist, so erkennt man alsbald, dass die Gesammtgrösse des

Fusses nicht geringeren individuellen Verschiedenheiten unterliegen wird, als Ober- und Unterschenkelknochen. —

Die übrigen vier Fusswurzelknochen, welche vor und zum Theil etwas unter dem Astragalus liegen, sind alle sehr kurz und verrathen sich oberflächlich nur als schmale Knochenränder, mit Ausnahme des Würfelbeins, das seine übliche, ziemlich würfelförmige Gestalt beibehalten hat. Man gewahrt neben ihm nach innen das Kahnbein und vor demselben zwei andere kurze, flache, dreieckige Knochen, welche als Keilbeine (Cuneiformia) zu deuten wären; das innere ist viel grösser, zumal nach unten, als das andere, welches nach aussen zu neben ihm liegt und in dieser Richtung auch mit dem Würfelbein zusammentrifft. Ersteres wäre als das vereinigte erste und zweite Keilbein des menschlichen Fusses zu deuten, und bei dieser Deutung hätte Megatherium die volle Zahl der Fusswurzelknochen des Menschen; da aber demselben nicht bloss die grosse Zehe, sondern auch die folgende zweite fehlt, so kann der Mangel des ersten Keilbeines mit demselben Rechte zulässig erscheinen.

Von den drei Zehen, welche der Fuss von Megatherium besitzt, gelenkt die erste innerste nur mit den beiden Keilbeinen und die beiden anderen mit dem Würfelbein, sie sind also der dritten, vierten und fünften Zehe des Menschen gleichzustellen; von der ersten und zweiten ist auch nicht die geringste Spur am Fuss vorhanden.

Die erste vorhandene, ihrer wahren Natur nach also dritte Zehe ist von allen Theilen des Fusses der eigenthümlichste und in demselben Maasse an Grösse und Ausdehnung beschränkt, wie der Hacken über sein gewöhnliches Maass hinausgeht. Sie besteht nur aus drei Knochen, von welchen der erste als Metatarsus zu deuten ist, der zweite als die beiden wie am Vorderfuss in einen Knochen verwachsenen Phalangen, und der dritte ein sehr grosses Krallenglied bildet, das dem des Mittelfingers der Pfote am meisten ähnelt. Den Metatarsusknochen, welchen wir dreimal besitzen, hat Owen beschrieben (p. 71); er zeigt an unseren drei Exemplaren ähnliche Grössendifferenzen, wie der Astragalus, und lässt sich, wegen seiner

höchst eigenthümlichen Form nur sehr schwierig ohne Abbildungen schildern; am Rücken des Fusses bildet er eine kurze dreiseitige Fläche, welche an unserem grössten Exemplar fünf Zoll lang und vier Zoll breit ist. Er verbindet sich nach der Innenseite des Fusses mit beiden Keilbeinen, aber die Berührungsfläche mit dem inneren grösseren ist sehr klein; nach der Aussenseite des Fusses mit dem Metatarsus der zweiten (vierten) Zehe, und nach vorn mit den beiden in einen Knochen verwachsenen Phalangen. Dieser Knochen ist ein kurzes, wenig über einen Zoll dickes Scheibchen, das auf beiden Seiten zwei gewölbte parallele, unter sich verbundene Gelenkhöcker besitzt und nach unten in zwei stumpfe Zacken getheilt ist. Das Krallenglied endlich hat eine weite Scheide am Grunde und eine hohe mittlere Achse von acht Zoll Länge, während die Scheide oben an der breitesten Stelle etwa sechs Zoll misst und nach unten zu um die Hälfte niedriger wird. Sie umschliesst die Achse der Kralle in ziemlich weitem Abstande, woraus sich abnehmen lässt, dass die Hornkralle sehr gross und mässig stark gebogen war.

Die beiden anderen Zehen sind nur zum Auftreten bestimmt gewesen und haben deshalb keine Kralle und folglich auch kein Krallenglied. Sie bestehen jede aus einem kräftigen Metatarsusknochen von 9—10 Zoll Länge und zwei kleinen rudimentären Phalangen, von denen die grössere $1\frac{1}{2}$—2 Zoll, die kleinere, welche öfters mit der anderen innig verwachsen ist, nur $\frac{3}{4}$—1 Zoll Durchmesser hat. Jene ist etwas mehr scheibenförmig gestaltet, diese dagegen ein Knötchen vom Umfange einer grossen Haselnuss. Doch sind die der zweiten (vierten) Zehe wohl doppelt so gross, wie die der dritten (fünften).

Man sieht es dem hier im Kurzen geschilderten Fuss deutlich genug an, dass seine ganze Kraft nach hinten gelegt ist, und dass die beiden äusseren, rudimentären Zehen der vorderen Hälfte keinen anderen Zweck haben können, als die wagrechte Stellung des enormen Hackens zu unterstützen. Die obgleich ziemlich grosse, aber doch nur sanft gebogene Kralle der ersten (dritten) Zehe konnte keine andere Wirkung äussern, als den Fuss durch Einschlagen der Spitze in den Boden am

Ausrutschen zu hindern, und finde ich im ganzen Bau des Fusses den entschiedensten Beweis dafür, dass die Hauptstellung des Thieres die sitzende war, dass es sich gehend nur sehr langsam bewegen konnte, und dass es diese Bewegung in hockender Stellung mit aufgestütztem Schwanze mehr rutschend ausführte, aber für einen völlig freien Gang mit horizontaler Stellung des Rumpfes nicht geschaffen war. Ohne Zweifel hat es sich auch etwas auf den kräftigen Hinterbeinen mit Hülfe des Schwanzes emporheben und an starke Stämme gelehnt aufrichten können, aber für die grössere Zeit seines Lebens war es auf die sitzende Stellung angewiesen. —

Ich muss, zur Unterstützung meiner Ansicht, noch auf die Stellung der Hinterbeine mit sichtbarer Neigung nach aussen aufmerksam machen, weil diese Stellung die allein mögliche ist und wesentlich meine Darstellung unterstützen hilft. Achtet man nämlich auf die Höhe der beiden Condyli am unteren Ende des Oberschenkels, so findet sich, dass dieselben ziemlich gleich tief abwärts reichen, also in gleicher Ebene sich befinden, während die zu ihrer Aufnahme bestimmten Gelenkflächen am Unterschenkel ungleiche Höhe haben, die äussere der Fibula entsprechende sehr viel tiefer steht, als die grössere innere, mehr ausgehöhlte. Hieraus folgt, dass bei der Verbindung beider Knochen mit einander der Unterschenkel nicht in derselben Flucht mit dem Oberschenkel bleibt, sondern sich mit dem unteren Ende mehr nach aussen wendet und geneigt steht. Durch diese geneigte Stellung wird nicht bloss die Kraft des Widerstandes vermehrt, sondern auch der Fuss gerade nach der Seite hin am stärksten gedrückt, wo er die grösste Widerstandskraft besitzt, d. h. an der äusseren Seite; und zugleich wird der Abstand beider Füsse von einander etwas vermehrt, was gleichfalls ihre Kraft, als Stützen zu wirken, vermehren muss. Aus allen diesen Gründen muss ich die hier entwickelte Ansicht von den Bewegungen des Megatherium und von der naturgemässen Form und Stellung seines Rumpfes, dessen stärkerer Neigung nach hinten und der beständigen Verwendung des Schwanzes, als dritter Stütze, für die allein richtige halten und ebensosehr die Möglichkeit eines schwebenden Ganges mit

horizontaler Stellung des Rückens und senkrechter der Ober- und Unterschenkel gegen einander bestreiten und letztere für unnatürlich erklären.

Buenos Aires, August 1873.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Ansicht des ersten Rückenwirbels, von vorn, in ¼ der natürlichen Grösse.

Fig. 2. Ansicht desselben von hinten, ebenso.

Fig. 3. Ansicht desselben von der linken Seite, ebenso.

Fig. 4. Der letzte Halswirbel und die drei ersten Rückenwirbel, von der rechten Seite gesehen; in 1/8 der natürlichen Grösse.

Fig. 5. Zweiter Halswirbel, von vorn gesehn; ebenso verkleinert.

Fig. 6. Letzter (dritter) Lendenwirbel, von hinten gesehn; ebenso. — In allen diesen Figuren bezeichnen:

- a die Verbindungsfläche am Wirbelbogen, zur Aufnahme der inneren Verbindungsfläche des Rippenkopfes;
- b die Verbindungsfläche am Processus transversus zur Aufnahme der Fläche am Tuberculum costae;
- c die Verbindungsfläche der vordern schiefen Fortsätze;
- d, d^1, d^2 dieselben an den hintern schiefen Fortsätzen der Wirbel;
- e die Verbindungsfläche am Wirbelkörper zur Aufnahme der entsprechenden am Ende des Rippenkopfes;

C^6, C^7 den sechsten und siebenten Halswirbel;

D^1, D^2, D^3 die drei vordersten Rückenwirbel.

Untersuchungen zur Gasometrie der Transsudate des Menschen.

Von

Dr. C. Anton Ewald,
I. Assistenten der med. Univers.-Klinik zu Berlin.

Erste Abhandlung.

So emsig die Chemie der Transsudate hinsichtlich ihrer festen und flüssigen Bestandtheile studirt ist — ich erinnere nur an die Arbeiten von Frerichs, C. Schmidt, Naunyn u. A., welche uns eine klare Vorstellung über die Zusammensetzung dieser Flüssigkeiten in ihrer Abhängigkeit von Zeit und Ort verschafft haben — so wenig hat man bisher ihre gasförmigen Bestandtheile methodisch untersucht, obwohl die Kenntniss derselben, zufolge der hier erfüllten Bedingung, rein seröse, fibro-seröse und eitrige Flüssigkeiten unter annährend gleichen Verhältnissen und mit Wahrung aller Cautelen zu untersuchen, nicht nur über die Stoffwechselvorgänge innerhalb der Transsudate, ihren Wechselverkehr mit Geweben und Blut, über die im Lauf der Zeit in ihnen Platz greifenden Veränderungen Aufschluss zu geben verspricht, sondern auch ein hohes Interesse dadurch beansprucht, dass hier allein die Gelegenheit geboten ist einen sonst für die gasometrische Analyse nicht zu isolirenden Bestandtheil des Blutes, die weissen Blutkörperchen, wenigstens annähernd, kennen zu lernen. Denn selbstverständlich ist Letzteres nur cum grano salis und unter Anerkennung der blutentstammten Natur der Eiterkörperchen möglich. Wissen wir doch nicht, selbst wenn die fraglichen Gebilde ein und dieselben Individuen an verschiedenen Wohnstätten sind,

welche Schädlichkeiten sie bei ihrer Wanderung erleiden, welche Veränderungen ausserhalb ihrer Mutterflüssigkeit in ihnen Platz greifen. Stricte genommen gilt daher Alles in folgendem über den Eiter gesagte, soweit es seine Formelemente betrifft, nur von den Eiterkörperchen, und ich muss es den Anschauungen des Lesers überlassen, ob er mit mir in gewissen Fällen Eiter- und Blutkörperchen identificiren will. Ich für meinen Theil stehe nicht an, die Resultate, welche ich an frischem reinem Eiter gewonnen habe, auch auf die weissen Blutkörperchen zu übertragen. Denn einerseits steht der innige Zusammenhang zwischen weissen Blutkörperchen und Eiterkörperchen — wenigstens was den grössten Theil derselben betrifft — selbst wenn man die Gültigkeit der sparsamen gegentheiligen Beobachtungen nicht beanstandet, ausser Frage, andererseits aber habe ich mich durch directe Versuche von der Resistenz der Eiterkörperchen gegen Zersetzungsvorgänge (unter passenden Bedingungen) selbst ausserhalb des Körpers überzeugt, und glaube dies um so mehr für die Zeit annehmen zu dürfen, wo jene Elemente noch einen integrirenden Theil des lebenden Organismus bilden. Da sich ausserdem im Folgenden ergeben wird, dass der Stoffwechsel der Eiterkörperchen nur minimal und äusserst träge sein kann, da ferner die Blutkörperchen bei ihrem Durchtritt durch die Gefässwand ihre Ernährungsflüssigkeit — das Plasma — mit sich führen, so scheint mir der Rückschluss auf das gleiche Verhalten und die gleichen Lebenserscheinungen beider Gebilde, so weit er die in den vorliegenden Untersuchungen zur Erörterung kommenden Eigenschaften betrifft, nicht zu gewagt zu sein.

Aus diesen Gründen unternahm ich es, als mir durch die Liberalität des Herrn Geh. R. Frerichs das Material der hiesigen med. Klinik zu Gebote gestellt wurde, eine methodische Untersuchungsreihe über den Gasgehalt der Höhlenflüssigkeiten sowie des in Abscessen enthaltenen Eiters anzustellen.

Es mag an der Schwierigkeit der Methode und der Beschaffung des Materials — selbst die reichen Quellen der Klinik versagten oft lange Zeit — liegen, dass ich aus der Litteratur nur zwei Gasanalysen menschlicher Transsudate anzu-

führen habe, die eine von Planer[1]), die andere von Strassburg[2]) ausgeführt.

Erstere, zu einer Zeit angestellt als die Methoden der Gasometrie des Blutes noch in ihren Windeln lagen, bezieht sich auf das „Transsudat aus der Bauchhöhle von einem Kranken mit granulirter Leber und Bauchhöhlen-Wassersucht.“ Die Resultate sind auf 0° C. und 1 M. pr. bezogen für 100^{cc} untersuchte Flüssigkeit:[3])

Freies Gas:	8·869 pCt. mit	
	7·147	CO
	1·601	N_2
	0·106	O
Gebundenes Gas:	3·698 pCt.	CO_2

Die Abwesenheit von Schwefelwasserstoff und Ammoniak wurde durch einen besonderen Versuch, die anderen brennbaren Gase durch die zur Gewinnung obiger Zahlen angestellte Analyse constatirt. Hierbei ist CO_2 und N ungefähr in denselben Mengen wie sie im Harn (Vergl. Planer a. a. O.) von Planer gefunden wurden, vorhanden.

Strassburg fand in einer Hydrocelenflüssigkeit:

Kohlensäure	lockere . . .	24·69 pCt.
	feste	24·66 „
Stickstoff		1·56 „
Sauerstoff		0·12 „

und glaubt den Sauerstoff als eingedrungen betrachten zu müssen.

Die grosse Differenz der absoluten Kohlensäurewerthe beider Analysen darf uns hierbei aus bereits früher entwickelten Gründen[4]) nicht befremden. Von Wichtigkeit ist der übereinstimmende Befund minimaler Mengen von Sauerstoff und das von Planer ausdrücklich constatirte Fehlen anderweitiger brennbarer Gase.

1) Zeitschrift der K. K. Gesellschaft d. Aerzte z. Wien. 1859.

2) Strassburg, Zur Topographie d. Gasspannungen. Pflüger's Archiv VI.

3) Alle noch anzuführenden Prozentzahlen genügen denselben Bedingungen.

4) Vergl. Ewald, Ueber den CO_2-Gehalt des Harns im Fieber. Dieses Archiv Jahrg. 1873, S. 1—16.

Im Verlaufe meiner Untersuchungen wurde mir ferner die Arbeit eines französischen Forschers bekannt [1]), dessen Untersuchungen sich allerdings nur auf Abscess- oder Wundeiter erstreckt zu haben scheinen. Abgesehen von ganz enormen Mengen CO_2 und N hat derselbe, mag er seinen Eiter „à l'air“ oder „à l'abri de l'air“ aufgefangen haben, in 17 Fällen 9 Mal bedeutende Mengen — bis 24·4 pCt. — von H (durch Absorption mit Cl bestimmt) constatiren können und ist hiernach geneigt, zwei grosse Gruppen von Eiter — wasserstoffhaltige und wasserstofffreie — anzunehmen, deren erstere ihren Wasserstoff der Zerlegung organischer Substanzen durch die Producte der jauchigen Eiterung (?) zu verdanken hätte. Da ich Eiter letzterer Kategorie nicht entgast habe, so steht mir kein Urtheil hierüber zu. Aber die von mir aus frischem Eiter gewonnenen Resultate entsprechen durchaus nicht denen Mathieu's, und es ist zu bedauern, dass der Mangel jeglicher Beschreibung der angewandten Methoden, sowie zahlreiche Unklarheiten der Discussion und der Tabellen nicht nur gerechte Bedenken gegen seine Resultate aufkommen lassen, sondern auch ein Eingehen auf dieselben unmöglich machen. —

Meine sämmtlichen Analysen wurden mit der Pflüger'schen Luftpumpe ausgeführt. Die zu untersuchenden Flüssigkeiten sind aus den verschiedensten Localitäten stets nach der auf der hiesigen Klinik seit Langem geübten und von Quincke [2]) eingehend beschriebenen Methode durch Punction mittels eines silbernen in Carbolöl getauchten Hahnen-Troicarts entnommen worden. Anfänglich bediente ich mich zur Füllung des Blutrecipienten der Luftpumpe desselben Verfahrens, wie ich es bei meinen Untersuchungen über die Harngase angewandt und beschrieben habe [3]). Bei der zu diesem Zweck angestellten Versuchsreihe trug jedes einzelne Experiment, wie dies am betreffenden Orte auseinandergesetzt ist, die Controle des wirklich luft-

---

1) Mathieu, Recherches sur le pus. Gazette hebdomadaire 1871 No. 24, 1872 No. 21.

2) H. Quinke, Zur Behandlung der Pleuritis. Berl. Klin. Wochenschrift 1872 No. 6.

3) A. a. O.

dichten Verschlusses an sich. Ich konnte daher ein sicheres Urtheil über die Zuverlässigkeit der Methode gewinnen und musste mich allerdings mehrfach überzeugen, dass eine mehr oder minder beträchtliche, den Volumsverhältnissen der atmosphärischen Luft entsprechende Menge von Sauerstoff und Stickstoff in dem durch die Auspumpung gewonnenen Gas enthalten war, der Apparat also nicht vollkommen dicht geschlossen haben konnte. Derartige Versuche waren natürlich weder damals noch jetzt zu verwerthen und um jeden Fehler von dieser Seite her auszuschliessen, wendete ich in der Hälfte der Versuche, welche in der Tabelle mit einem Stern bezeichet sind, folgendes Verfahren an:

Da durch zahlreiche Messungen festgestellt ist, dass der Druck der in den serösen Höhlen des Körpers eingeschlossenen Flüssigkeiten in den meisten Fällen positiv, zuweilen gleich Null, sehr selten aber in geringem Grade negativ ist (vergl. z. B. Kussmaul, Deutsch. Archiv f. klin. Med. IV. 1868), und in letzterem Fall wohl nur wenige Millimeter betragen kann, so saugte ich die zu untersuchende Flüssigkeit aus dem Troicart in eine mit Quecksilber gefüllte Glasröhre, in welcher ein negativer Druck von etwa 200 Millimetern Quecksilber erzeugt werden konnte, brachte sie in dieser vom Krankensaal ins Laboratorium und liess sie hier in den Recipienten der nicht auseinandergenommenen Luftpumpe ein. Die kleinste Luftblase musste in dem Glasrohr sofort zu sehen sein, für den Schluss der Pumpe bei Beginn des Versuches bürgte der Manometerstand, für die Zuverlässigkeit während desselben die Güte des Instrumentes. So gelang es eine absolute Sicherheit gegen das Eindringen atmosphärischer Luft zu gewinnen, welche für den Nachweis der constant vorkommenden kleinen Mengen von O und N absolut nothwendig war.

Besagte Glasröhre ist eine Copie des von Pflüger vielfach verwandten und in seinem Archiv als „Drei-Hahnenrohr“ beschriebenen Apparates. Sie gleicht einer auf den Kopf gestellten Burette, welche mit Quecksilber gefüllt ist und in einer Quecksilber-Wanne steht. Dicht unterhalb des Hahnes trägt sie einen seitlichen T-förmigen ebenfalls mit Quecksilber vollkommen gefüllten Ansatz, der dazu bestimmt ist, die betreffende Flüssigkeit

nach Verdrängung der schädlichen Räume in die grosse Röhre einfliessen zu lassen. Je nach dem Druck, unter welchem die aufzufangende Flüssigkeit steht, wird sie entweder activ das Quecksilber aus dem unteren Ende hervorpressen, oder das fallende Metall wird die Flüssigkeit aspiriren, sobald durch Oeffnen eines am Ansatzrohr befindlichen Hahnes die Communication zwischen beiden hergestellt ist. Hat man auf diese Weise die Röhre gefüllt und an ihrer Theilung den Stand der Flüssigkeit abgelesen — die wahre Menge berechnet sich dann aus der für die Röhre angelegten Calibrirungstabelle — so bringt man ihr oberes, der Spitze der Burette entsprechendes Ende mit dem unteren Hahn des Recipienten durch luftdichten Gummiverschluss in Verbindung und kann nun durch die wiederholt beschriebenen Manipulationen beliebige Mengen Flüssigkeiten in die Pumpe einlassen. Nach Beendigung des Einströmens wird der Stand der im Rohre restirenden Flüssigkeit abgelesen. Die Differenz zwischen der ersten und zweiten Ablesung ergiebt dann genau die in die Pumpe gelangte Menge.

Das Auspumpen geschah unter Erwärmung des Serums resp. Eiters auf 60° in der gewöhnlichen Weise. Die sogenannte feste Kohlensäure wurde durch Zusatz ausgekochter Phosphorsäure erst dann entbunden, wenn nach einviertelstündigem Warten keine Gasentwickelung mehr zu constatiren war. Die Dauer der gesammten Auspumpung schwankte zwischen 3 und 4 Stunden.

Die Punction mittelst des Troicart wurde in allen Fällen angewandt mit Ausnahme der als Serum-Analysen zu bezeichnenden Experimente. Hier handelte es sich um das Auffangen der im Unterhautzellgewebe befindlichen Oedemflüssigkeit, wozu ein etwas abweichendes Verfahren eingeschlagen werden musste. Seit längerer Zeit bedienen wir uns bei hochgradigem Hydrops statt der Scarification der viel reinlicheren und den Patienten deshalb viel weniger belästigenden Methode, die Canüle einer Pravaz'schen Spritze in die hydropische Haut einzustechen und die absickernde Flüssigkeit durch einen Gummischlauch in einer Schale aufzusammeln. Der Druck, unter welchem die Oedem-Flüssigkeit steht, hängt natürlich von der Spannung der Haut und Menge der Flüssigkeit

ab. Ich mass ihn zu wiederholten Malen und fand, wie die untenstehende Tabelle zeigt[1]), dass er zwischen erheblichen Grenzen schwanken kann. Jedenfalls genügten die beobachteten Drucke die Flüssigkeit in dem oben beschriebenen Drei-Hahnen-Rohr aufsteigen zu lassen. Zu dem Zweck wurde dasselbe mit Quecksilber gefüllt, in einer Quecksilber-Wanne stehend, neben dem Bett des Patienten aufgestellt und das Ende des erwähnten Gummischlauches erst dann unter die Röhre gebracht, wenn sich derselbe durch geeignetes Schieflegen vollständig mit Flüssigkeit gefüllt hatte. Die Röhre füllte sich im Verlauf von 2 bis 3 Stunden, worauf das gewonnene Serum wie gewöhnlich entgast wurde.

Da zwischen Auffangen des Exsudates und Beginn der Auspumpung wie früher bemerkt unter den günstigsten Umständen ein Zeitraum von 15 Minuten lag[2]), während dessen bei grösserem Gehalt an Sauerstoff eine Reihe von Zersetzungs-Vorgängen in der Flüssigkeit ablaufen konnten, kühlte ich das Drei-Hahnen-Rohr, oder in den früheren Versuchen den Recipienten in einer Anzahl von Fällen, und zwar über sämmtliche Versuche vertheilt, vor der Punction auf beinah 0° ab und liess es bis zum Beginn der Auspumpung in Eis stehen. Da von vornherein anzunehmen war, dass die etwaigen Oxydationsvorgänge in den Exsudaten ausserordentlich langsam verlaufen und in keiner Weise mit den rapiden Aenderungen zu vergleichen sind, welche im Blute jeden Augenblick statt haben, da ich mich ferner im Verlauf der Versuche überzeugte, dass der Gehalt an freiem O ein minimaler ist und von einer Säure-

1)

Oedema crur. dextr.	Hillmann, prall gesp. . . . . . . hält nicht d. Fingerdruck.	25 Mm. Hg.
	Stechert, desgl.	25 „ „
	Stechert, anderes Bein . . . . . mit schwächerer Spannung der Hautdecken.	20 „ „
	Peters, schwach gesp. Hautdecken von teigiger Consistenz. . . .	17 „ „
Oedema pedis	Broeckmann, ganz frisches . . . . . geringes Oedem des Fussrückens.	9 „ „

2) Vergl. Ewald, a. a. O.

bildung unmittelbar nach der Entnahme nicht die Rede sein kann, so stimmte es vollkommen mit meinen Erwartungen überein, dass diese Modification der Methode keine Aenderung in dem Ergebniss der Versuche hervorrief. In der Tabelle sind dieselben mit dem Zusatz „in Eis“ versehen.

Die Reaction der Flüssigkeiten wurde mit Zuntz'schem Reagenspapier oder auf Thonplatten geprüft.

Zu den folgenden Versuchen habe ich nun, mit Ausnahme der zwei Eiter-Analysen, nur pleuritische Exsudate und Transsudate in verschiedenen Stadien ihres Bestehens verwandt, sowohl um über möglichst vergleichbare Zahlen verfügen zu können, als auch weil sich bei ihnen die Dauer des Bestehens noch am ersten mit einiger Genauigkeit ermitteln lässt. Zu dem werden die Resultate der Untersuchung von Ascites-Flüssigkeiten, welche allein noch in Betracht kommen könnten, dadurch complicirt, dass sich ihnen in gewissen Fällen SH_2, H und CH_2 beimischen — wahrscheinlich Producte der Diffusion aus dem Darmrohr — worüber ich später berichten werde.

Die gasometrischen Bestimmungen geschahen nach den von Bunsen und Roser angegebenen Methoden. Der für die Analysen erforderliche H und O wurde auf elektrischem Wege, aber nicht mit dem Bunsen'schen Apparat, sondern aus einer U förmigen, mit ausgekochtem und leicht angesäuertem Wasser gefüllten Röhre gewonnen, in deren einem Schenkel die negative, in deren anderem die positive Elektrode angebracht war. In der Mehrzahl der Fälle wurde O und H nicht durch Verbrennung, sondern durch Absorption bestimmt. Auf SH_2, CH_4 und H wurde bei allen Eiter-Analysen und zwar — mit einer in der Tabelle angegebenen Ausnahme — vergeblich geprüft. Spuren von SH_2 waren allerdings in drei eitrigen Exsudaten vorhanden, ihre Menge lag aber innerhalb der Fehlergrenzen und blieb unter $^1/_{10}$ pCt.

Die verwendeten pleuritischen Exsudate theile ich in zwei grosse Gruppen, deren erste rein seröse und solche Exsudate umfasst, welche aus serösen allmählig zu eitrigen geworden sind (3—16), ich werde sie in der Folge der Kürze halber als „chronische Exsudate“ bezeichnen; deren zweite diejenigen

enthält, welche entweder von vornherein eitrig sind (durch Fortleitung von benachbarten Organen) (17) oder aber innerhalb sehr kurzer Zeit (aus unbekannten Gründen) eitrig werden („acute eitrige Exsudate") (17—20). Ihnen reihen sich naturgemäss auf der einen Seite die Oedem-Auspumpungen, auf der anderen die Auspumpungen reinen Abscess-Eiters an. Die Anordnung innerhalb dieser Gruppen ist leicht verständlich. Sie richtet sich nach der Menge der fest gebundenen Kohlensäure, so zwar, dass ihre Werthe von den serösen zu den eitrigen Exsudaten anwachsen, von da ab wieder bis auf Null sinken, und geht Hand in Hand mit der Gruppirung nach der Qualität vom Oedem zum reinen Eiter aufsteigend. Bei dieser Anordnung entsteht die Frage, von wann an ist ein Exsudat als eitrig, bis wann als serös zu bezeichnen [1]). Während in der gewöhnlichen Praxis das makroskopische Ansehen genügt, weil es sich meist nur um extreme Fälle handelt, bedurfte ich für meine Zwecke eines Kriteriums, welches in dem sehr allmäligen Uebergang vom serösen zum eitrigen Zustande eine etwas schärfere Grenzlinie ziehen konnte. Ich habe nun alle diejenigen Exsudate als eitrige bezeichnet, bei welchen unter dem Mikroskop das Gesichtsfeld gedrängt oder beinahe gedrängt voll Eiterkörperchen lag, mochten sie auch makroskopisch noch „trübe seröse Exsudate" genannt werden. Danach stehen die Exsudate 12 und 13 unter den eitrigen und bilden eine Art Grenzfall, während nach Oben und Unten von ihnen in der Tabelle die makro- und mikroskopische Diagnose sich decken. Nach diesen Principien ist die umstehende Tabelle geordnet.

Es liegt in der Natur der Sache, dass der Schwerpunkt dieser Analysen in dem Verhalten der CO_2 zu suchen ist. In der That, vergegenwärtigen wir uns die Art der Entstehung und die Bedingungen, unter denen die Mehrzahl der Exsudate während ihres Bestehens sind, hervorgegangen und gespeist während der längsten Zeit aus der Intercellularflüssigkeit des Blutes, zu der sich erst unter besonderen Umständen wahre

1) Vergl. hierzu: Wintrich, Krankheiten der Respirationsorgane, Hdb. der Pathologie u. Therapie V., 1. S. 234.

Name.	Serum pCt.				P. sp.	React.	Farbe, Formbestandtheile u. s. w.	Klinische und Versuchs-Bemerkungen.
	CO_2		N	O				
	lock.	fest.						
I. Stephan* 3/7 73.	16·91	6·92	Spuren		1009	sw. alk.	vollkomm. wasserklare Flüssigkeit. mikr.: ganz spars. punctförmige Elemente.	Nephritis chronic. amyloidea. Dauer der Oedeme gegen 4 Wochen. Canule im r. Oberschenkel eingestochen. Aufsammeln der Flüssigkeit von 11¾ a. m. bis 2½ p. m. In die Pumpe gelassen um 2h 50. Dauer d. Auspumpung 2½ Stunde, dann Zusatz v. PO_4H_3.
II. F. Böttcher* 22/10 73.	16·63	23·7	Spuren		?	sw. alk.	wie bei I. nur einzelne lymphoïde Körperchen.	Nephritis chronic. Seit etwa 1 Jahr wechselndes Oedem d. Extremit. Oedem d. l. Handrückens seit etwa 2 Monaten. Canule im l. Handrücken. Aufges. von 11 a. m. bis 4 p. m. Anfang d. Pump. 4 h 20. Langs. Entwickelung. Zusatz v. PO_4H_3. 6 h 30.
III. W. Böttcher 16/6 72.	29·9	11·85	1·01	0·52	1026	sw. alk.	gelbgrün klar. wenig lymph. Körp.	Pleuritis serofibrosa dextr. Beginn der Erkrankg. 4/6 72. Temp. 11/6: 38·0—38·1. Stand etwa ½ h. nach d. Auffangen in Eis. Dabei bildet sich eine deutliche Placenta und reines wasserklares Serum.

IV. Schorn* 4/6 73.	14·09	19·75	1·42	0·41	1021	sw. alk.	Klar. hellgrün. Wenig Lymphkörp. Spur v. Faserstoffbildung.	Pleuritis dextra, Phthisis pulm. florida. Dauer d. Pleurit. 13 Tage. Temp. 4/6 73: 39·6—39·9.
V. Stephan* 1/7 73.	14·43	26·46	1·48	0·27	1005	st. alk.	Dünnfl. hell milchig. zieml. viel Lymphkörp. z. Th. sehr gross und stark granulirt.	Nephritis chron. amyloidea. Hydrothorax duplex seit etwa 3 Wochen. Punction d. r. Seite. In Eis. Kein Fieber.
VI. Winzer. 16/8 72.	15·9	28·9	2·4		1010	st. alk.	Dunkel roth gelb, mittlere Mengen von rothen und weissen Zellen. Keine Gerinnsel.	Pleuritis dextra n. Recurrens. Beginn 10/7. Hatte theils continuir. theils hekt. Fieber. Temp. 16/8: 38·5—40·0. War schon 2mal vorher punctirt worden.
VII. Gottschalk. 19/6 72.	14·17	31·28	—	—	1019	st. alk.	Trübes dünnfl. Exsud. mittler Mengen Lymphk. hellgrün.	Pleurit. dextr. et Pericarditis p. part. Am 4/5 entbunden, am 10/5 Beginn d. Pleuritis. Temp. 19/6: 38·6—40·3. Die Trockenröhren versagen gegen Ende der Auspump. und es kommt Wasserdampf in den grossen Hg. Recipienten.
VIII. Franz (1)* 6/6 73.	19·36	35·58	0·79	0·13	1016·5	sw. alk.	Hellgrün in dickeren Schichten hell gelbroth. dünnfl. Zahlreich. weisse und rothe Elem. beim Stehen sedimentirend.	Pleuritis sinistra tuberculosa. Dauer d. Phthise etwa 1 Jahr. Des Exsudates 4—5 Monate. Continuirl. Fieber. Temp. 6/5: 39·2—39·7.
IX. Büge* 13/6 73.	13·26	36·99	0·66	0·22	1009	st. alk.	Klares, hellgelbes Exsudat. Viele homogene glattrandige Zellen. Geringe Faserstoffbildung.	Hydrothorax dexter. Vitium cordis. III. Punction. Dauer d. Hydrothorax etwa 4 Monat. Meist normale, zeitenweis subnormale Temp. Starke Dispnoe.

Name.	Serum pCt. CO_2 lock.	Serum pCt. CO_2 fest.	Serum pCt. N	Serum pCt. O	P. sp.	React.	Farbe, Formbestandtheile u. s. w.	Klinische- und Versuchs-Bemerkungen.
X. Rotte 11/1 73.	21·05	42·79	2·46 (N + O)		1010	st. alk.	Klar, hellgelb. Mässige Gerinnung. Wenig Lymphkörp. Keine Blutkörp.	Hydrothorax sinister. Nephrit. chronica. Bestand d. Ergusses mindestens ein halbes Jahr.
XI. Pietschke 10/12 72.	19·54	42·18	1·878	0·767	1011	st. alk.	Klar, goldgelb. Leichte Gerinng. Sparsame Lymphkörp. Keine Blutkörp.	Hydrothorax duplex. Carcinoma hepat. et oment. Ascit. Anasark. Der Hydrothorax etwa 4 Monate bestehend.
XII. Stechert* 9/7 73.	33·93	18·81	0·96 (N + O)		1009	sw. alk.	Hell röthlich gelb. Mittlere Mengen Eiterkörperchen u. Blutkörperch. zahlreiche grosse, stark granulirte Lymphoïde Zellen.	Pleuritis dextra. Vitium cordis. Bereits seit 3 Monat. bestehend. Vor 14 Tagen I. Punction. In Eis.
XIII. Richter 4/8 72.	24·75	8·67	4·87(?)	0·23	1025	sw. alk.	grünlich gelb, dicklich, viscide. Zahlreiche Eiterzellen.	Pleurit. sinistra. Erst serös später eitrig. Am 13/7 erkrankt. Am 1/8 I. Punction. Troicart von dicken Flocken verstopft. Am 6/8 Thoracocentese und Entleerung dicken übelriechenden Eiters.
XIV. Franz (2)* 25/6 73.	57·20	4·16	2·09 (N + O)		1019	sauer	schmutzig braunroth, ganz undurchsichtig. Es setzt sich ein syrupöser Bodensatz aus Eiter u. rothen Blutzellen bestehend ab.	Pleuritis tuberculosa. cfr. VIII. Tod am 25/6 abd. 11 h. Am 26/6 Auffangen der z. Versuch nothwendigen Flüssigkeit unter den gewöhnl. Cautelen früh 9 h.

Thiele 4/5 72.	46·31	?	2.3		?	sw. sauer	zähflüssig, undurchsichtig. rein eitrig, trübe gelbgrün. Keine Fettkrystalle.	Pleuritis dextra. Erst serös später unter hektisch. Fieber eitrig werdend. Beginn d. Erkrankung Januar 1872. I. Punction 23/3 ergab rein seröses Exsudat. Die Bestimmung d. festen Kohlens. verunglückt. Es konnten höchstens 2—3 pCt. sein.
XVI. Stangenberg 9/6 72	29·24	0·30	37·66	5·0	1027	sw. alk.	geruchloser, dünnflüssiger Eiter.	Pyopneumothorax sinister. Die Pleuritis seit etwa 2 Monaten, der Pneumothorax seit dem 4/5 bestehend. Keine Temp.
XVII. Möll* 21/6 73.	70·17	1·68	1·14		1029	sw. sauer	dickflüssig, schmutzig grün, fäculent riechend. rein eitrig. Eiterzell mit sehr scharf. Conturen.	Pyopneumothorax. Am 25/5 Beginn der Pleuritis von einem perinephrit. Abscess fortgeleitet. Der Pneumothorax hatte sich allmählig entwickelt, mit Sicherheit erst seit 2 Tagen nachzuweisen, gegen die Lunge, wie die Obduction zeigt, durch eine ventilartige Klappe, welche keine neue Luft eintreten liess, verschlossen.
Ausserdem 4,2 pCt. H. 6·25 pCt. CH_4 und Schwefelwasserstoff. (Geruch.)								
XVIII. Heintzmann* 12/11 73.	15.73	2·77	Spuren		1014	sw. sauer	dickflüssig. hellgrüner Eiter. Keine Fettkrystalle.	Pneumon. et Pleurit. sinistr. Am 27/10 genuine Pneumonie. Abfall am 6/11. Probe-Punction am 11/11 ergiebt rein eitriges Exsudat. Am 12/11 Temp. 37·7—37·8.
XIX. Gerstecker* 30/10 73.	14·76	?	Spuren		1024	sw. sauer	dickflüssig, schmutzig grün gelb. geruchlos. rein eitrig. Keine Fettkrystalle.	Pleurit. dextr. et Pericarditis. Bestand nicht sicher zu ermitteln. Probe-Punction am 26/10 ergiebt reinen Eiter. Punction am 30/10 Temp. 37·5 bis 37·2.

Name.	Serum pCt. CO_2 lock.	Serum pCt. CO_2 fest.	Serum pCt. N	Serum pCt. O	P. sp.	React.	Farbe, Formbestandtheile u. s. w.	Klinische und Versuchs-Bemerkungen.
XX. Murray. 13/1 73.	21·46	0·0	2·9	0·77	1020	sw. sauer	Dicker, hellgrüner, geruchloser Eiter. Keine Membranfetzen oder Gerinnsel. Keine Fettkrystalle.	Pleurit. traumat. sinistr. Am 29/12 Pneumon. traumat. Am 9/1 Pleurit. purulent. durch Probepunct. constatirt. Am 13/1 Thorakocentese mit vorhergehender Punction. Temp. 38·6 – 38·8 Es war eigenthümlich, dass die Gasentwickelung nicht wie sonst langsam und allmählig, sondern plötzlich aufhörte. Das Fehlen der fest. Kohlens. ist ganz sicher.
XXI. Nowack. 27/2 73.	8·05	0·0	1·35	0·43	1009	sw. sauer	Dicker, zähflüssiger geruchloser Eiter.	Peritonitis circumscripta. Abgekapseltes Exsudat von einer Perimetritis ausgehend.
XXII. Baldrian. 18/1 73.	7·92	0·0	verunglückt		1016	neutr. (?)	Zäher, hellgrüner, vollkommen geruchloser Eiter.	Abscess d. Bauchhöhle mit Senkung unter d. Poupart'sche Band und Bildung einer fluctuirenden Geschwulst am inneren Rande des mittleren Bauches d. Vastus. Dauer d. Verlaufes unbestimmt. Der Senkungsabscess hatte sich seit 5 Tagen entwickelt und wurde in gewöhnlicher Weise punctirt.

Form-Elemente gesellen, sehr bald umgeben von einer Schale neu gebildeten Gewebes, welche die Diffusion der Gase auf das Aeusserste beschränkt und endlich — wie aus den minimalen Mengen Sauerstoffs hervorgeht — ohne irgend erhebliche Oxydationsprocesse, welche in ihrem Innern ablaufen, so sehen wir, das der Körper auf den es ankommt, der sicher von Aussen mitgebracht und zugeführt, vielleicht auch theilweise in ihnen selbst erzeugt wird, die Kohlensäure ist. Sauerstoft und Stickstoff kommen erst in zweiter Linie in Betracht; Schwefelwasserstoff, Kohlenwassertoff und Wasserstoff haben für meine Untersuchungen nur ein ganz nebensächliches Interesse. Ich lasse daher der besseren Uebersicht wegen einen Auszug aus vorstehender Tabelle folgen, welcher nur die Kohlensäure und die Zeit des Bestehens des Exsudates am betreffenden Versuchstage enthält.

Nr. d. gr. Tab.	Name.	CO_2		Summe.	Dauer des Exsud. in Tagen	
		lock.	feste.			
1.	Stephan	16·91	6·92	23·83	21	Oedemflüssigkeit.
2.	F. Böttcher	16·63	23·7	40.33	60	
3.	W. Böttcher	29·9	11·85	41·75	7	Seröse Exsudate.
4.	Schorn	14·09	19.75	33·84	12	
5.	Stephan	14·43	26·46	40·89	21	
6.	Winzer	15·9	28.9	44·80	38	
7.	Gottschalk	14·17	31·28	45·45	40	
8.	Franz (1)	19·36	35·58	54·94	120	
9.	Büge	13·26	36·99	56·25	120	
10.	Rotte	21·05	42·79	63·84	180	
11.	Pietschke	19·54	42·18	61·72	120	
12.	Stechert	33·93	18·81	52·74	90	Chron. eitr. Exsudate.
13.	Richter	24·75	8.67	33·42	21	
14.	Franz (2)	57 20	4·16	61·36	138	
15.	Thiele	46·31	?	46.31(?)	150	
16.	Stangenberg	29·24	0.30	29·54	60	
17.	Möll	70·17	1·68	71·85	28	Acut. eitr. Exsudate.
18.	Heinzmann	15·73	2·77	18·50	10	
19.	Gerstecker	14·76	—	14·76	—	
20.	Murray	21·46	0·0	21·46	10	
21.	Nowack	8·05	0·0	8.05	21	Reiner Abscess Eiter.
22.	Baldrian	7·92	0·0	7.92	—	

Ehe ich mich nun aber zur Besprechung der Versuchsergebnisse wende, muss ich darauf aufmerksam machen, dass es ein unbilliges, ja geradezu unerfüllbares Verlangen wäre, in den zu discutirenden Zahlen die strenge Gesetzmässigkeit und die Stetigkeit rein physiologischer Versuchsreihen finden zu wollen. Versuche am Menschen lassen sich nicht beliebig variiren, nicht zu beliebigen Zeiten anstellen, und der für uns stets leitende Grundsatz, das Experiment der Therapie anzureihen d. h. in diesem Falle nicht des Experimentes, sondern der therapeutischen Indication wegen zu punctiren u. s. w., hat die Zahl und die Variation meiner Versuche vielfach beschränkt. Es muss genügen, gewisse grosse Züge herauszufinden und sicher zu stellen, das weitere Detail kann aus obigen Gründen vielfach nur angedeutet sein oder muss gar ergänzt werden. Erstere aber, denke ich, werden mit genügender Schärfe hervortreten.

Wenn ich nun an den Anfang meiner Versuchsreihe die Analysen der Oedemflüssigkeiten gestellt habe, so geschieht dies weniger, um aus den so erheblich untereinander differirenden Werthen bindende Schlüsse auf die Zusammensetzung ödematöser Flüssigkeiten im Allgemeinen machen zu wollen, dies muss verbesserten Methoden und weiteren Experimenten vorbehalten bleiben, als um zu zeigen, wie nahe der Gasgehalt frischer und älterer Oedemflüssigkeiten, dem frischer und älterer seröser Pleura-Exsudate sowohl in Beziehung auf die Gesammtsumme des Gases, als auf das Verhältniss der locker gebundenen zu der festgebundenen CO_2 steht. Ich kann daher hier auf das bei Beschreibung der einschlägigen Verhältnisse der serösen Exsudate Gesagte hinweisen und will nur besonders betonen, dass die Werthe der lockeren CO_2 unserer Versuche gut untereinander übereinstimmen, während die Gesammtsumme allerdings in der ersten Analyse erheblich hinter allen anderen Resultaten zurückbleibt.

Bekanntlich kann man die Oedemflüssigkeit geradezu als eine pathologische Anhäufung von Lymphe in den Gewebspalten und Lymphgefässanfängen betrachten. Neuerdings ist die Lymphe des Hundes von Hammarsten unter Ludwig's Leitung

untersucht worden.[1]) Es ist immerhin interessant zu constatiren wie nahe die Werthe meiner 2. und seiner 1. Analyse zusammengehen. Hammarsten findet 17·06 pCt. freie und 23·26 pCt. gebundene Kohlensäure, daneben ziemlich beträchtliche Mengen Stickstoff und Sauerstoff, die seiner Annahme nach von beigemengtem Blut herrühren, so dass in reiner Lymphe beide Gasarten fast oder ganz vollständig fehlen würden. Meine Zahlen sind 16·63 und 23·70 für die entsprechenden Kohlensäure-Werthe und nur Spuren von Sauerstoff und Stickstoff. Uebrigens differiren seine Werthe für die feste CO_2 in den verschiedenen Analysen fast um ebensoviel wie meine beiden Zahlen. Er kann aber hierfür nicht, wie ich für die Oedemflüssigkeiten, den Unterschied der Dauer des Bestehens geltend machen und so müssen diese Resultate noch von anderen unbekannten Factoren beeinflusst werden.

Jedenfalls zeigt sich, dass die Beschaffenheit meiner Oedemflüssigkeiten nicht weit von der normaler Lymphe abweichen kann. Dieser Umstand spricht aber erheblich gegen die von Hensen[2]) gefundenen abnorm hohen Werthe von 50 pCt. lockerer und 20 pCt. fester CO_2 als der normalen menschlichen Lymphe zukommend. Man muss annehmen, dass Hensen es in seinem Falle, wo die wasserklar aus einem Fistelgang der Inguinalgegend hervorsickernde Flüssigkeit als Lymphe betrachtet und analysirt wurde, wenn überhaupt, so mit pathologisch veränderter Lymphe zu thun hatte.

Wenn wir nun zu den Analysen seröser Exsudate übergehen und in der dritten und vierten Columne der Tabelle die Summe der Kohlensäure mit der Dauer der Erkrankung in den ersten dreizehn Versuchen — den serösen und chronisch eitrigen — vergleichen, so zeigt sich, dass im Allgemeinen die Menge der Kohlensäure mit der Dauer des Bestehens wächst und ihren Höhepunkt mit einem Procentgehalt von 63·84 im Verlauf des sechsten Monats erreicht. Ob jenseits dieses Ter-

---

1) Hammarsten, Ueber die Gase der Hundelymphe. Arbeiten aus d. phys. Anstalt z. Leipzig VI. S. 120—138.

2) Virchow's Archiv, Bd. 37.

mines noch höhere Werthe vorkommen, lässt sich aus den vorliegenden Versuchen nicht ersehen. Von diesem Verhalten bildet die Analyse Stangenberg (16) nur eine scheinbare Ausnahme. Hier finden wir am 60ten Tage des Bestehens des untersuchten Exsudates den kleinsten überhaupt beobachteten Werth von 29·54 pCt., während wir nach dem Ergebniss der übrigen Analysen einen zwischen 50 und 60 liegenden Procentgehalt erwarten sollten. Aber in diesem Falle bestand gleichzeitig seit längerer Zeit Pneumothorax und jedenfalls ist ein Theil der Kohlensäure des Exsudates in die darüber befindliche Luft diffundirt, da nachweislich der Pneumothorax erst seit vier oder fünf Tagen den längst bestehenden pleuritischen Erguss complicirte. Eine gleichzeitig angestellte Analyse der im Cavum Pleurae enthaltenen Luft ergab einen Procentgehalt von 18·07 Kohlensäure. Hiernach würde sich die ursprüngliche Kohlensäure des Exsudates auf etwa 40 — 45 pCt. berechnen und demgemäss auch diese Analyse sich vollkommen dem durchgreifenden Gesetze unterordnen, dass: die Summe der in einem serösen oder serös-eitrigen Exsudat enthaltenen Kohlensäure wächst mit der Dauer des Bestehens desselben.

Verfolgt man aber die betreffenden Columnen bis zu Ende, so erhellt aus den Analysen 17 — 22, dass die Gesammtsumme der Kohlensäure nicht nur eine Function der Zeit, sondern auch der Qualität des Exsudates sein muss. Je concentrirter die Flüssigkeit ist, je weniger Serum auf die Menge der geformten Bestandtheile kommt, desto geringer ist die Menge der Kohlensäure bei gleicher Dauer des Exsudates und erreicht endlich im reinen Eiter ihren niedrigsten Werth, welcher nahezu constant zu bleiben scheint. Die Belege hierfür findet man in den betreffenden Rubriken der grossen Tabelle. Um nur ein Beispiel hervorzuheben, haben wir 2 Analysen vom Ende der 3ten Woche Stephan (15) und Nowack (22), erstere mit 40·89, letztere mit 7·92 pCt. Gesammt-Kohlensäure. Aber während der niedrige Werth von etwa 8 pCt. aus reinem Abscess-Eiter stammt, ist das Exsudat Stephan als „dünnflüssig, hell, milchig aussehend" bezeichnet und enthielt zwar auch Formele-

mente, dieselben waren aber in viel zu geringer Anzahl vorhanden, als dass ihm das Praedicat „eitrig“ zuertheilt werden konnte. Ganz das Gleiche findet sich bei Betrachtung der übrigen correspondirenden Werthe, obschon auch hier eine Ausnahme im Exsudat Möll (17) constatirt werden muss. Die Kohlensäure eines dickflüssigen eitrigen Exsudates erreicht hier am 28ten Tage die excessive Höhe von 71·75 pCt. Die Erklärung hierfür ergiebt sich leicht, wenn man bedenkt, dass in diesem Fall die Pleuritis von einem Nierenabscess fortgeleitet und — der einzige Fall — exquisit jauchiger Natur war. Es fanden sich neben den gewöhnlichen Gasen auch Schwefelwasserstoff, Wasserstoff und Kohlenwasserstoff, so dass ein hochgradiger Zerfall der Gewebe statt gefunden haben musste, und zweifellos ein grosser Theil der Kohlensäure auf Gährungs- und Zersetzungsproducte zu beziehen ist. Der Versuch passt daher streng genommen nicht in den Rahmen der übrigen. Er ist aufgenommen wegen des Verhältnisses der lockeren zur festen Kohlensäure und kann jedenfalls das eben besprochene Resultat nicht beeinträchtigen.

Die Summe der in einem Exsudate enthaltenen Kohlensäure nimmt um so mehr ab, verglichen mit anderen gleich lange bestehenden, je mehr sich die Beschaffenheit desselben dem reinen Eiter nähert. Letzterer hat die niedrigsten Werthe.

Woher kommt nun das Wachsen der Kohlensäure bei annähernd gleicher Beschaffenheit der Flüssigkeit? Woher die Abnahme mit der Annäherung derselben an reinen Eiter, woher die Constanz in diesem selbst? Letzteres Beides offenbar desshalb, weil mit der Vermehrung der Eiterkörperchen die Menge des Serums in gleichen Theilen Flüssigkeit abnehmen und der aus dem Serum stammende Theil der Kohlensäure so lange sinken muss, bis schliesslich in reinem Eiter der höchste Grad der Concentration und damit die Constanz des niedrigsten Werthes erreicht ist. Aus den ausserordentlich kleinen Werthen, welche die Analysen reinen Eiters ergeben haben, geht hervor, dass die Eiterkörperchen entweder gar keine oder nur sehr wenig Kohlensäure enthalten, und man kann mit

Sicherheit behaupten, dass der递Haupttheil der Kohlensäure aus dem Serum stammen müsse. Selbst der dickflüssigste Eiter scheidet beim Stehen eine Schicht klaren Serums ab und es ist fraglich ob nicht schon allein die in diesem enthaltene Kohlensäure für den gefundenen Gesammtwerth ausreicht. Aber mögen selbst die Eiterkörperchen, — was ja von vorn herein sehr wahrscheinlich ist und auch aus einer approximativen Berechnung von mir hervorgeht, etwa 1·0 — 1·5 pCt. CO_2 enthalten [1]), dieser Werth verschwindet beinah gegenüber den hohen Zahlen der Serum-Analysen und kann an obiger Deduction nichts ändern.

Viel schwieriger ist der erste Theil der Frage, das Wachsen der Gesammt-Kohlensäure betreffend, zu beantworten. Hierzu müssen wir in der 1. und 2. Columne der kleinen Tabelle das Verhältniss zwischen lockerer und fester Kohlensäure und zwar vorläufig nur bei den ersten neun, nicht eitrigen Exsudaten betrachten, da, wie sich sogleich zeigen wird, eine erhebliche Aenderung mit der Umwandlung des serösen in ein eitriges Exsudat beginnt. Bei ersteren tritt aber mit aller Schärfe hervor, dass das Anwachsen der Kohlensäure mit dem Bestand des Exsudates sich nicht gleichmässig auf beide Constituenten desselben, die lockere und die festgebundene Kohlensäure, vertheilt, sondern nur die letztere betrifft. Die Zahlen-

---

1) Diese Berechnung wurde in der Weise angestellt, dass möglichst dickflüssiger reiner Eiter in einem graduirten Cylinder bis zum vollständigen Absetzen der Eiterkörperchen aufbewahrt wurde. Die Menge überstehenden klaren Serums wurde mit Zugrundelegung der aus einem gleich lange bestehenden serösen Exsudat erhaltenen Werthe auf ihren Gehalt an lockerer Kohlensäure verrechnet und die Differenz zwischen berechnetem Werth und durch Auspumpung des betreffenden Eiters gewonnener Gesammtkohlensäure auf den Gehalt der Eiterkörperchen an CO_2 bezogen. Bekanntlich hat Alex. Schmidt durch Vergleichung des Kohlensäure-Gehaltes des Gesammtblutes und des Serums gefunden, dass die Blutkörperchen Kohlensäure enthalten müssen. Wenn auch die vorstehende Betrachtung nur approximativ zu nehmen ist und mit den exacten Versuchen A. Schmidt's nicht concurriren kann, so dürfte sie doch von Interesse sein, weil sie auf ganz anderem Wege zu ganz ähnlichen Resultaten gelangt.

werthe für die lockere Kohlensäure schwanken nämlich innerhalb enger Grenzen unregelmässig auf und nieder, derart dass z. B. das älteste Exsudat weniger locker gebundene CO_2 enthält wie das jüngste. Dagegen wächst die feste CO_2 mit dem Bestand des Exsudates stetig an, und die Differenz zwichen 1. und 9. Exsudat, zwischen niedrigster und höchster Ziffer beträgt 30·33, d. h. über das Doppelte der grössten überhaupt vorhandenen Differenz des lockeren Gases.

Es zerfällt also die Frage nach dem Anwachsen der Kohlensäure eigentlich in zwei: Woher kommt die Vermehrung und warum betrifft sie den fest gebundenen Theil des Gases?

Dass sie die locker gebundene Kohlensäure nicht treffen kann, ist, ganz abgesehen von dem Resultat der Analysen, welche mit Ausnahme der ersten sämmlich hinter den für das Blutserum, resp. die Lymphe, bekannten höchsten Zahlen zurückbleiben, aus theoretischen Gründen leicht ersichtlich. Denn von dem Moment an, in welchem die ersten Tropfen Flüssigkeit in die Pleurahöhle transsudiren, bis zu dem letzten Augenblick, in welchem ein Diffusionsverkehr zwischen Flüssigkeit innerhalb und ausserhalb der trennenden Membran stattfindet, kann die lockere Kohlensäure des Exsudates den Gehalt derselben im Blutserum nicht wohl um irgend erhebliche Werthe überschreiten. Nehmen wir selbst an, sie würde durch Abdunstung von dem umgebenden Pleura-Gewebe, in welchem die Spannung bekanntlich grösser als im Blute selbst ist[1]), oder durch Neubildung innerhalb der Flüssigkeit oder durch stärkere Concentration (relativ) vermehrt, so muss nach einem von Zuntz ermittelten Gesetz[2]) in eben dem Maasse die festgebundene CO_2 zunehmen als die Spannung des Gases überhaupt wächst. Die Summe der lockeren Kohlensäure wird also nahezu dieselbe bleiben, mag auch die Spannung des Gases, wie aus meinen Pneumothorax-Untersuchungen und tonometrischen Bestimmungen hervorgeht, variiren.[3])

1) Vergl. Strassburg a. a. O.

2) Zuntz, Zur Kenntniss des Stoffwechsels im Blute. Centralbl. f. d. med. Wiss. 1867 Nr. 34.

3) Es ist wohl zu beachten, dass die Gasspannung sich auf 760

Durch diese Betrachtung ist aber auch die Frage, woher die Vermehrung der festgebundenen Kohlensäure stammt, zum Theil erledigt, da wir für dieselbe folgende drei Quellen namhaft machen können:

1) Die Ueberführung lockerer in feste Kohlensäure in Folge vermehrten Partialdruckes, sei es dass die hierzu nöthigen Alkalien erst hinzukommen oder vorher nicht vollständig gesättigt waren oder endlich bei schwächerem Partialdruck basischere Verbindungen (z. B. mit Albuminaten) bilden als bei stärkerem Druck der Kohlensäure.[1])

2) Das Hinzutreten kohlensaurer Salze von Aussen auf dem Wege der Endosmose.

3) Die Resorption wässriger Bestandtheile, welche die procentischen Ziffern höher stellt, ohne jedoch den absoluten Gehalt zu steigern.

Wie gross nun der Antheil jedes einzelnen dieser Factoren ist, dürfte sich schwer ermitteln lassen, sicher ist aber, dass sie alle drei von eingreifender Bedeutung sind. Denn dass der Gehalt der Exsudate an Salzen mit ihrem Bestehen steigen und den des Serums übertreffen kann, so wie dass umgekehrt

---

Mm. Hg Druck bezieht, also der Ausdruck ist für diejenige Menge eines von einer Flüssigkeit u. s. w. absorbirten Gases, welche bei Atmosphärendruck in einen gasfreien Raum so lange abdunstet bis Gleichgewicht eingetreten ist, während die lockere Kohlensäure alles Gas, welches bei 0 Mm. Druck entweicht, umfasst. Es kann also das Total beider dasselbe bleiben und doch ihr gegenseitiges Verhältniss den mannigfachsten Schwankungen unterliegen. In dem völligen Verkennen dieses fundamentalen Princips scheint mir der grosse Fehler zu liegen, dessen sich Setschenow in seiner Arbeit „Ueber die Absorptiometrie in ihrer Anwendung auf die Zustände der Kohlensäure im Blute" Pflüger's Arch. VIII. 1. schuldig gemacht hat. Dies scheint in hohem Grade befremdlich, und es ist möglich, dass wir trotz aller Mühe den wahren Sinn seiner Sätze nicht enträthseln konnten. Dann bitten wir, dies Hrn. Setschenow's Schreibweise, nicht aber mangelnder Sorgfalt von unserer Seite zur Last zu legen.

1) Vgl. Sertoli, über Bindung der Kohlensäure und Ausscheidung in den Lungen. Hoppe-Seyler, Med. chem. Untersuchungen, Heft 3.

der Wassergehalt durch Resorption abnimmt, ist eine alte, durch Analysen bewährter Forscher sicher gestellte Thatsache.[1])

Was aber den unter 1) angeführten Modus des Kohlensäure-Wachsthums betrifft, so hat sich in der That aus den bereits erwähnten Analysen der Pneumothorax-Luft und den Versuchen, welche zum Zweck hatten die Spannung der CO_2 in pleuritischen Flüssigkeiten zu messen, ergeben, dass die Gasspannung aller Exsudate so weit über der des Blutes des rechten Herzens liegt und mit der Zeit so enorme Werthe zu erreichen im Stande ist, dass obige Anschauung darin ihre volle Berechtigung findet.

Wenden wir uns von den serösen zu den eitrigen, „chronischen“ wie „acuten“, Exsudaten, sowie zu den Analysen reinen Abscess-Eiters, und betrachten auch hier das Verhältniss zwischen lockerer und fester Kohlensäure, so finden wir die auffallende Thatsache, dass mit der Vermehrung des Eiters im Exsudat die Menge der festen CO_2 continuirlich sinkt, so dass sich dass Verhältniss zwischen lockerem und festem Gas, mit den serösen Exsudaten verglichen, geradezu umkehrt und in den rein eitrigen Exsudaten und reinem Eiter die festgebundene Kohlensäure fast ganz schwindet. Oder mit anderen Worten: In eben dem Grade wie sich die Beschaffenheit der Secrete dem wahren pus bonum et laudabile nähert, wie sich mehr und mehr Eiterkörperchen in demselben Volumen Flüssigkeit vorfinden, fallen die Werthe der 2. Columne, bis sie schliesslich gleich Null werden. Dabei ist zu bemerken, dass die lockere Kohlensäure der „chronisch eitrigen“ Exsudate nahezu in demselben Maasse anwächst als die festgebundene sich mindert, dass die Gesammtsumme also nahezu dieselbe bleibt, und diese verhältnissmässige Constanz weist darauf hin, dass die bezügliche Vermehrung der lockeren CO_2 durch einen den festeren Verbindungen entzogenen Theil geschehen muss.

Indessen sind es zwei Möglichkeiten, welche, wie ich

---

1) Vgl. Lehmann's Lehrbuch d. physiolog. Chemie Bd. 2. Artikel Transsudate.

glaube, zur Deutung dieses Befundes statthaft sind. Die erste derselben würde in folgendem bestehen: Angeregt oder begünstigt durch den Vorgang der Eiterung können Gährungsprocesse im Exsudate ablaufen, welche zu einer Aenderung der Alkalescenz, zur Säurebildung, und damit zur Entbindung gewisser Mengen fester CO_2 führen können. In der That reagiren ja, worauf noch zurückzukommen ist, von den 11 untersuchten Exsudaten nur 3 schwach alkalisch, 2 entschieden sauer, und die übrigen 6 so, dass sie auf empfindlichem blauen Papier eine ganz leichte Röthung hervorriefen, ohne eine Farbenänderung auf ganz blassrothem Papier bewirken zu können. Aber gerade der Umstand, dass eines der alkal. Exsudate (Nr. 16) den geringsten Gehalt an fester CO_2 zeigt, beweist, dass die Reaction des Exsudates mit der fraglichen Erscheinung Nichts gemein hat. Freilich können die erheblichsten Umänderungen innerhalb der Flüssigkeit stattfinden, es kann alle CO_2 des neutralen kohlensauren Salzes (um nur diesen Haupttypus im Auge zu haben) in lockerere Verbindungen übergeführt werden, ohne dass deshalb die Alkalescenz des Exsudates geändert zu werden oder mehr als jener schwache Säuregrad zu entstehen braucht, der sich bei den meisten (auch anderweitig beobachteten und hier nicht angeführten) Exsudaten gezeigt hat. Indessen habe ich um diesem Einwand zu begegnen eine kleine Versuchsreihe angestellt, die auf folgender Betrachtung fusste:

Gährungs- oder Zersetzungsvorgänge müssen unter günstigen Bedingungen ausserhalb des Körpers stetig und vielleicht noch schneller als innerhalb desselben ablaufen, jedenfalls durch die Entfernung der betreffenden Flüssigkeit aus der Körperhöhle nicht in ihrer Entwickelung gehemmt werden. Es muss also bei genügend langer Beobachtung ein Zeitpunkt auftreten, wo — natürlich unter Vermeidung von Fäulnissprocessen — die angenommene Selbstgährung alle festgebundene CO_2 abgespalten hat und zur Entbindung der lockeren in Form freien Gases führen muss. Mit anderen Worten: Exsudatflüssigkeiten oder Eiter, unter Luftabschluss aus dem Körper aufgefangen und bei Körpertemperatur aufbewahrt, müssten, unter obiger

Annahme nach einiger Zeit freies Gas entwickeln und dies Gas müsste Kohlensäure sein.

Dies ist niemals der Fall.

Ich habe sowohl fibroseröse als rein eitrige Exsudate, welche analog der beschriebenen Methode anfgefangen und unter Quecksilber - Verschluss gehalten wurden, wochenlang im Brütofen bei constanter Körpertemperatur stehen lassen, ohne dass sich auch nur eine Spur von Gas bildete. Es trat mit der Zeit eine Scheidung zwischen Körperchen und Serum ein, erstere lagen in dicker Schicht über dem Quecksilber, letzeres bildete eine schön klare, hellgrüne Flüssigkeitssäule, aber eine Gasentwickelung hatte nicht Statt. Bei der Herausnahme waren die Eiterzellen zum grössten Theil zerfallen, meist so, dass eine Zone von Protoplasma dem Kerne anhaftete, welch letzterer nach Zusatz schwacher Essigsäure deutlich hervortrat, ein anderer kleinerer Theil aber im Gegensatz hierzu scharfe Contouren und starke Granulation auch ohne Behandlung mit Essigsäure zeigte. Margarin-Krystalle konnten nur in äusserst sparsamen Büscheln aufgefunden werden. Die Reaction war mit der anfänglichen verglichen ungeändert, der Geruch durchaus dem von frischen nicht zersetzten Eiter gleichend.

Ganz anders gestaltete sich das Bild bei Eiter, welcher kurze Zeit an der Luft gestanden hatte oder, wie in einem Falle, p. mort. entnommen war und durchaus analog behandelt wurde. Innerhalb weniger Tage füllte sich fast die ganze Absorptionsröhre mit Gas an, welches mit Barytwasser versetzt einen weissen Niederschlag von kohlensaurem Baryt gab und stark nach Schwefelwasserstoff roch. Der zurückgebliebene Eiter hatte ein dickes schmieriges Aussehen, seine Reaction war stark alkalisch, seine Körperchen zerfallen, die Kerne undeutlich, das Gesichtsfeld mit vielen Fettkrystallen durchsetzt. Es dürfte hiernach unzweifelhaft sein, dass eine Gasentwickelung aus serösen Flüssigkeiten oder reinem Eiter ohne Zutritt von Luft, eine Selbstgährung mit Entwickelung von Kohlensäure, nicht stattfindet, sondern dieselbe eines anderweitigen durch die Be-

rührung (direct oder indirect d. h. metastatisch) mit der Luft hinzutretenden Momentes zu ihrer Entstehung bedarf. Damit ist aber die obige Annahme, als könnte aus dem „nicht inficirten" Exsudate heraus eine Enwickelung lockerer oder gar freier Kohlensäure statt finden, zurückgewiesen. Nebenbei ergiebt sich hieraus in klinischer Hinsicht die interessante Folgerung, dass die von Alters her in der Pathologie als aetiologisches Moment des Pneumothorax, Pneumoabdomen u. s.w. angeführte spontane Gasentwickelung auf die Fälle, in welchen das Exsudat eine Tendenz zur Verjauchung zeigt oder wirklich verjaucht ist, zu beschränken sei, Fälle, die ja eines vorhergegangenen Contactes mit der Luft unter allen Umständen im höchsten Grade verdächtig sind.

Es bleibt also nur eine zweite Möglichkeit — jene mit dem Eitrigwerden des Exsudates beginnende mächtige Umwandlung der gasometrischen Zusammensetzung zu erklären, nämlich die, dass zu dieser Zeit ein Körper von Aussen her dem Exsudate zugeführt wird, der im Stande ist die feste Kohlensäure aus ihren Verbindungen auszutreiben und in lockere überzuführen. Unter den gegebenen Bedingungen und nachdem wir das Auftreten von Zersetzungsvorgängen in Obigem zurückgewiesen haben, zeigt sich nun sofort, dass der einzige hier in Betracht kommende Körper die weissen Blutkörperchen, die Eiterzellen sein kann. Sie sind es, welche das Exsudat zum eitrigen machen, mit ihrem Auftreten beginnt die Metamorphose im Innern desselben, es ist eine sich von selbst ergebende Folgerung, dass ihnen, dass den Eiterzellen die Fähigkeit zukommen müsse Kohlensäure aus festen Verbindungen auszutreiben, eine Folgerung, die um so näher liegt als das Gleiche für den Cruor des Blutes und in specie die rothen Blutkörperchen bereits seit Langem erwiesen ist. Indessen sind die folgenden drei Analysen dazu bestimmt, die Richtigkeit dieser Anschauung auch experimentell zu erhärten.

Der Gang dieser Versuche war nun der, dass zuerst der in gewöhnlicher Weise aufgefangene Eiter so lange mit grösster Sorgfalt entgast wurde, bis keine Spur lockerer CO_2

mehr zu erhalten war. Dann wurde eine genau bestimmte Menge einer Soda-Lösung in den Recipienten gebracht, welche derart bereitet war, dass eine abgewogene Menge des ausgeglühten Salzes in ausgekochtem Wasser gelöst wurde. Der Gehalt dieser Lösung an CO_2 wurde durch eine besondere Auspumpung bestimmt. Nach Zusatz der Soda zu dem ausgepumpten Eiter beobachtete ich jedesmal starkes Aufschäumen im Recipienten und fing das nun entwickelte Gas besonders auf. Im letzten Versuch wurde schliesslich ausgekochte Phosphorsäure zugesetzt und auch das jetzt erhaltene Gas, in der Absicht aus der Differenz des berechneten Gases und des nach $PO_4 H_3$ Zusatz erhaltenen die Menge der etwaigen festgebundenen CO_2 bestimmen zu können, gemessen. Der zur ersten Analyse verwandte Eiter war vorher der Luft ausgesetzt. Er stammte von einem Mann, welchem nach der Thoracocentese der Eiter mit dem Quincke'schen Druckapparate ausgepresst wurde und kam unmittelbar nach dem Auffangen zur Verarbeitung. Eiter No. 2 und 3 war wie gewöhnlich aus dem Thorax bezogen. Die Pleuritis war in beiden Fällen ganz jungen Datums, die Reaction in (2) und (3) sehr schwach (s. oben) in (1) etwas stärker sauer. Die Werthe der ersten und dritten Analyse sind absolut richtig, aus letzterer ist in oben angegebener Weise die festgebundene CO_2 berechnet und in der grossen Tabelle verwendet worden. Bei Versuch 2 versagte nach dem Zusatz der Soda der Trockenraum der Pumpe in Etwas seinen Dienst. Die Manometerprobe zeigte eine mässige Wasserdampfspannung jenseits des Trockenraums. Ich glaube, dass ein Theil der CO_2 von dem nicht absorbirten Wasser aufgesogen wurde und der abnorm niedrige Werth hierauf zu beziehen ist. Ich will die drei Versuche in der auf folgender Seite abgedruckten kleinen Tabelle zusammenstellen.

Aus diesen drei Versuchen geht unzweifelhaft hervor, dass eitrige Flüssigkeiten vollkommen frisch und unzersetzt, von relativ kurzem Bestand, im Stande sind, einen Theil der Kohlensäure aus der Soda frei zu machen. Dass dies einer specifischen Wirkung der Eiterkörperchen zuzuschreiben sei, ist eine Annahme der die saure Reaction der verwandten Flüssigkeiten

Name.	CO_2 des Eiters		CO_2 aus d. Soda.	CO_2 n. Zusatz PO_4H_3	Sp. G.	Farbe u. s. w.	Versuchsbemerkungen.
	lock.	fest					
Kallsen. 14/10 73.	—	—	7·76	—	—	reiner Wundeiter, nicht riechend.	55·133 CCm. Eiter aus einer Thoraxfistel werden entgast und alsdann 2·815 Grm. Soda in Wasser gelöst zugesetzt. Es werden unter starkem Aufschäumen neue Quantitäten Gas frei, welche aufgefangen werden.
Gerstecker.* 30/10 73.	7·62	—	3·54	—	1024	Vergl. d. gr. Tabelle.	51·63 CCm. Eiter unter gewöhnl. Bedingungen entgast. Dann Zusatz von 0·45 Grm. Soda in Wasser gelöst.
Heintzmann.* 12/11 73.	8·09	143	11·13	11·47	1014	Vergl. d. gr. Tabelle.	51·45 CCm. Eiter entgast. Dann Zusatz von 29 CCm. Soda-Lösung, welche 21·17 CCm. Kohlens. enthalten müssen. Nach Ueberführung des entwickelten Gases Zusatz von PO_4H_3 und abermaliges gesondertes Auffangen des jetzt entbundenen Gases.

entgegengehalten werden kann. Immerhin könnte ja die Menge der aus der Soda gewonnenen CO_2 nur dem Säuregrade des betreffenden Exsudates entsprechen. Jedoch ist bereits im Vorhergehenden darauf hingewiesen worden, dass die Reaction an dieser Thatsache jedenfalls nur in zweiter Linie betheiligt ist, sodann habe ich zum directen Beweis 50 Cm. ausgekochten Wassers, welches durch Zusatz einiger Tropfen verdünnter Schwefelsäure dem Säuregrade obiger Exsudate möglichst gleich gemacht wurde (jedoch mit der Vorsicht, dass es eher etwas mehr als weniger sauer reagirte) in dem Recipienten der Pumpe mit 30 Cm. obiger Sodalösung zusammengebracht. Ich konnte aber nur eine äusserst unerhebliche Gasentwickelung erhalten. Das Gas füllte kaum die Kuppe der Absorptionsröhre und mochte noch nicht 0·5 Cm. betragen. Dies steht in keinem Verhältniss zu den durch Eiterzusatz entbundenen Gasmengen und ich muss hiernach den Eiterkörperchen und mithin auch den weissen Blutkörperchen das Vermögen zusprechen, kohlensaures Natron unter Entbindung freier Kohlensäure zu zersetzen, eine Eigenschaft welche nach meinen Versuchen dem menschlichen, nach früheren Versuchen dem Hunde-Serum durchaus fehlt. Andererseits zeigt der dritte obiger Versuche, dass in eitrigen Exsudaten Verbindungen existiren, welche von den Eiterkörperchen nicht, wohl aber von starken Mineralsäuren zerlegt werden können. Denn wir erhalten nach schliesslichem Zusatz der Phosphorsäure mehr CO_2 als dem Gehalt der zugelassenen Soda entspricht. Diese CO_2 kann also nur aus kohlensauren Salzen des Exsudates stammen. Der Umstand aber, dass diese „feste CO_2“ in reinem Eiter ganz fehlt, weist darauf hin, dass diese Salze im Serum enthalten sein müssen.

Bekanntlich ist die Soda zersetzende Wirkung dem Gesammtblut und in diesem dem Cruor (unter Cruor „defibrinirtes Blut verstanden, dem durch Absetzenlassen der Blutkörperchen ein grosser Theil des Serums entzogen ist“) seit Langem zuerkannt. Preyer wies sie ferner durch directe Versuche für das unzersetzte Hämoglobin nach, ja ich selbst hätte mir meine Versuche, dasselbe für die Eiterkörperchen zu erweisen, sparen

können, wenn ich die Ergebnisse, welche Sertoli von einer anderen Betrachtung ausgehend in Hoppe-Seyler's Laboratorium gewonnen hat, schlichtweg auf die Eiterkörperchen hätte übertragen wollen. Denn Sertoli zeigte, dass durch Zusatz von gasfreiem Globulin zu Serum grosse Mengen Kohlensäure, ja nahezu das Gesammtgas entbunden werden kann. Da aber aus demselben Laboratorium eine Arbeit Miescher's stammt, in welcher der Gehalt des Eiters an Globulin als minimal bezeichnet wird, so konnte es nicht wohl diese Substanz sein, welche bei den Eiterkörperchen in Frage kommt, und es schien geboten obigen Nachweis direct zu führen. Ich halte denselben durch meine Versuche für geliefert, und fortan dürfte die Rolle, welche man für den Process der Respiration den rothen Blutscheiben zugeschrieben hat, auch auf die weissen Elemente zu übertragen sein.

N und O.

Diese beiden Gase waren in allen Exsudaten, wenn auch nur in geringer Menge, nachweisbar. Ich bin nicht ganz sicher ob bei den Analysen, in welchen der Werth des N + O oberhalb 1·8 pCt. liegt, das Eindringen von Luft vollständig ausgeschlossen war, da gerade diese Versuche noch nicht mit dem Drei-Hahnen-Rohr angestellt waren. Dagegen glaube ich dafür einstehen zu können, dass die unter diesem Grenzwerth liegenden Zahlen den wahren Gehalt der Exsudate an den betreffenden Gasen darstellen. Berechnet man zum Ueberfluss den Sauerstoff als von der atmosphärischen Luft herrührend, so findet man ausnahmslos zu kleine Stickstoff-Werthe, die Exsudate hätten also gar keinen Stickstoff enthalten können, was allen Erfahrungen über Serum, Secrete u. d. m. widersprechen würde. Von besonderem Interesse ist das Vorhandensein des Sauerstoffs, dessen Durchschnittswerth 0·42 pCt. erreicht. Hammartsen kommt in seiner oben erwähnten Arbeit über die Gase der Hundelymphe zu dem Schluss, dass in der Lymphe Sauerstoff vorhanden sein kann ohne verzehrt zu werden. Leider habe ich in meinen Oedem-Analysen die Bestimmung des Sauerstoffes unterlassen. Für die serösen und eitrigen Exsudate so wie für reinen Eiter können wir aber ein der Lymphe

gleiches Verhalten constatiren. Wie bekannt schwanken die bis jetzt bekannten Sauerstoff-Werthe des Serums zwischen 1 und 2 pCt. Wenn an der Zusammensetzung rein seröser Ergüsse nur Blutserum und keine Lymphe sich betheiligte, wenn ferner eine Sauerstoffzehrung des umgebenden Gewebes mit aller Sicherheit auszuschliessen wäre, so würde aus meinen Bestimmungen hervorgehen, dass die obigen Zahlen weit über den wahren Gehalt des Serums an Sauerstoff hinausgehen. Leider ist aber jenen beiden Bedingungen nicht vollkommen genügt, wenn auch der störende Einfluss nur ein sehr geringer sein kann, und es ist daher nur wahrscheinlich, dass der Sauerstoffgehalt des Serums unter 1 pCt. liege. Jedenfalls bleibt der Sauerstoff-Werth unter allen Umständen ausserordentlich klein und durchgreifende Aenderungen desselben lassen sich weder mit der Dauer noch mit der Beschaffenheit des Exsudates noch mit der Methode des Auffangens (ob „in Eis“ oder nicht) nachweisen. Es spricht dies, wie schon Eingangs erwähnt, für den minimalen Stoffwechsel, welcher, wenn überhaupt, in diesen Flüssigkeiten Statt hat, an welchem auch durch das Hinzutreten der Eiterkörperchen Nichts geändert wird. Daher haben wir sogenannte postmortale Vorgänge wie sie z. B. beim Blut nach dem Auffangen durch weiter fortlaufende Oxydationsprocesse eintreten, bei unseren Flüssigkeiten nicht zu befürchten, ein Umstand der um so wesentlicher ist, als die Genauigkeit und Brauchbarkeit der Methode ganz vornehmlich auf diesem Factum beruht. Allerdings lässt sich auch hier der Einwand erheben, dass mit den Eiterkörperchen auch Sauerstoff dem Exsudat zugeführt und zu Oxydationsprocessen verwandt worden sei, woher dann die saure Reaction und die Aenderung in dem Verhältniss der lockeren zur festen Kohlensäure stamme. Ich habe mich bereits bemüht diesen Einwurf zurückzuweisen und hebe hier — ausser dem oben Gesagten — noch besonders hervor, dass sich auch bei reinem, frischen Eiter nur Spuren von Sauerstoff finden, so wie dass in eitrigen Exsudaten die Gesammtsumme der Kohlensäure sich nicht wesentlich ändert, zwei Thatsachen, die mit der

Annahme dass in den Eiterkörperchen leicht austretender Sauerstoff enthalten sei unvereinbar ist. [1])

Nun wissen wir ferner, dass bei dem Blut-Serum, einer den serösen Pleura-Exsudaten durchaus ähnlichen Flüssigkeit, der mehr oder weniger hohe Gehalt an Sauerstoff von der Menge der beigemischten rothen Blutkörperchen, den Sauerstoffträgern des Blutes, abhängt. Würde den Eiterkörperchen ein ähnliches Verhalten zukommen, so müssten wir proportional ihrer Menge ein Anwachsen des Sauerstoffs, zum wenigsten merkliche Differenzen zwischen serösen und eitrigen Flüssigkeiten bez. reinem Eiter finden. Dass dies nicht der Fall ist, zeigt also nicht nur dass den Eiterkörperchen ein ihnen eigenthümlicher Sauerstoffgehalt fehlt, sondern dass auch bei ihnen nur minimale Oxydationsvorgänge verlaufen können, dass sie überhaupt in Beziehung auf den Gaswechsel äusserst indolente Gebilde sind. Um so mehr aber sind wir berechtigt anzunehmen, dass sie sich ihre Integrität während ihrer Wanderung durch die Gefässwand bewahrt haben, dass sie dieselben sind im kreisenden Blut wie im stagnirenden Abscess, um so mehr können wir — wie Eingangs ausgeführt — Eiterkörperchen und weisse Blutkörperchen identificiren und so ergiebt sich der ungezwungene Schluss: dass die weissen Blutkörperchen entweder gar keinen oder nur Spuren von Sauerstoff enthalten, jedenfalls nicht im Sinne der rothen und mit ihnen die Sauerstoffträger des Blutes sind.

Reaction.

Alle serösen Exsudate so wie Oedemflüssigkeiten reagiren

---

1) Ein weiterer Beweis a fortiori würde darin bestehen nachzuweisen, dass die serösen Transsudate überhaupt keine oxydablen Stoffe enthalten. Man brauchte zu diesem Zweck nur ein seröses Exsudat, arterielles Blut und das Gemisch beider zu analysiren und zu sehen, wie sich die Werthe der letzten Auspumpung zu den aus den beiden ersten zu berechnenden Mischwerthen verhalten. Hierzu gehören aber zwei Pumpen und mehr Zeit als ich verwenden kann, und ich habe diesen Versuch um so eher unterlassen, als mir das im Text Angeführte von genügender Beweiskraft zu sein scheint.

alkalisch, Aenderungen in der Alkalescenz, welche von der Dauer des Processes oder von seiner Intensität abhängig wären, waren ohne feinere Methoden nicht nachzuweisen. Die ausgesprochenen eitrigen Exsudate so wie reiner Eiter reagiren im Allgemeinen — entgegen der herrschenden Ansicht, nach welcher Säurebildung erst bei Zersetzung des Eiters auftreten soll — mehr oder weniger stark sauer, auch wenn sie durchaus frisch sind, und Nichts auf Zersetzungsvorgänge in ihnen hinweist. Dies habe ich nicht nur bei den in der Tabelle aufgeführten sondern bei vielen anderen Gelegenheiten constatiren können und muss es für die Regel, Fälle alkalicher Reaction aber für die Ausnahme halten.

Gewiss ist es eine höchst bemerkenswerthe Thatsache, dass seröse und fibröse Exsudate bei wochen- und monatelangem Bestehen ihre alkalische Reaction nicht ändern, eitrige Exsudate und reiner Eiter in kürzester Zeit oder sofort sauer reagiren. Auch hier wird, wie uns ein ähnliches Verhalten bereits oben entgegentrat, in dem Auftreten der Eiterkörperchen das Moment gegeben sein, welches die saure Reaction eitriger Exsudate und reinen Eiters veranlasst. Demnach müsste — da wir Zersetzungsvorgänge u. s. w. ausschliessen können — den Eiterkörperchen das Vermögen zukommen, die alkalische Reaction des Serums zu neutralisiren und bei genügender Menge der Körperchen in eine saure überzuführen. So müsste, wenn man eine Curve der Reaction eines serösen pleuritischen Exsudates, welches sich in ein eitriges umwandelt, construiren könnte, dieselbe von einem Maximum der Alkalescenz allmälig durch einen Neutralisationspunct in ein Maximum der Acidität übergehen. Dieser Punct kann aber nur dann erreicht werden, wenn die Eiterkörperchen überwiegen im Verhältniss zur Alkalescenz des Serums, während sich aus dem gegentheiligen Verhalten die wenigen Fälle, wo bei eitriger Beschaffenheit des Exsudates alkalische Reaction bestand, erklären.

Es liegt sehr nahe mit Rücksicht hierauf auch das bezügliche Verhalten der weissen Elemente des kreisenden Blutes

zu erörtern, um so mehr als uns ja die Vorstellung von einer in den rothen Scheiben des Blutes stattfindenden Säurebildung durchaus geläufig ist. Da aber immerhin die Möglichkeit zugegeben werden muss, dass jene saure Reaction des frischen Eiters durch die Bildung freier Säuren (Fettsäure u. s. w.) entsteht, so muss, bevor man weitergehende Schlüsse ziehen kann, erst dieser Punct genügend erörtert werden. Ich werde mich dieser Aufgabe demnächst unterziehen. Für jetzt muss es mir genügen auf das eben hervorgehobene wichtige Verhalten hingewiesen zu haben.

H. SH_2. CH_4.

Wie bereits angegeben, wurden diese Gasarten nur einmal und zwar bei dem jauchigen Exsudate Möll (17) gefunden, obgleich in allen eitrigen Flüssigkeiten mit Ausnahme der Versuche (20) und (21) danach mit den üblichen Methoden gesucht wurde. Es ist dies ein weiterer Beweis dafür, dass ich es bei meinen Versuchen mit vollkommen unzersetzten Flüssigkeiten zu thun hatte, wenn es dessen überhaupt noch bedürfen sollte. Denn sowohl nach Mathieu's als meinen Versuchen tritt der Wasserstoff erst dann auf wenn die Zersetzung des Eiters beginnt. Mathieu nimmt an, dass die Producte der Eiterung eine solche Affinität zum Sauerstoff haben, dass sie die organischen Substanzen zerlegen um dieses Gas zu binden und Kohlensäure und einen Ueberschuss von Wasserstoff in Freiheit zu setzen. Mir scheint diese Erklärung nicht gerade glücklich gewählt zu sein. Denn, abgesehen davon, dass es vollkommen unerfindlich bleibt warum bei der Zersetzung organiseher Gewebe plötzlich ein „exces d'hydrogène" auftritt, wird Herr Mathieu consequenter Weise zu der Annahme gezwungen, dass der Eiter in sich selbst einem Zersetzungsprocess unterliege und auch ausserhalb des Organismus fortfahre Wasserstoff und Kohlensäure zu produciren. Dies ist aber wie wir gesehen haben nur dann der Fall, wenn dem Eiter der Zutritt der Luft und damit, wenn ich so sagen darf, die Einwirkung inficirender Substanzen gestattet ist. Nicht den Producten der Eiterung, den Eiterkörperchen, wohnt also

das Vermögen bei unter Bindung von Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlensäure frei zu machen, im Gegentheil es erhellt aus meinen Versuchen, dass sie sich fast passiv dem Sauerstoff gegenüber verhalten, sondern es sind fremde, durch den Contact mit der Luft zugeführte Agentien, welche durch ihr Hinzutreten zur Bildung der Producte des jauchigen Zerfalls Veranlassung geben. Frischer unzersetzter Eiter ist von Wasserstoff, Schwefelwasserstoff und Kohlenwasserstoffen frei.

Da ich einen Einfluss äusserer Umstände, wie z. B. der Temperatur, des Ernährungszutandes, Alters u. a. zur Zeit der Entnahme des Exsudates, auf den Gasgehalt nicht constatiren konnte, so würde ich jetzt zur Besprechung der Resultate meiner pneumothoracischen und aërotonometrischen Versuche überzugehen haben. Aus äusseren Gründen hat die Zahl derselben aber noch nicht die wünschenswerthe Höhe erreicht, und muss ich die Berichterstattung hierüber auf eine zweite Abhandlung verschieben.

Berlin, den 31. December 1873.

Nach Eingabe der vorstehenden Abhandlung hatte ich Gelegenheit zwei weitere eitrige Flüssigkeiten zu analysiren. Die erste bestand aus dem Exsudat eines seit etwa 12 Tagen bestehenden Pyopneumothorax (Lehmann. XXIII) und enthielt:

30·44	pCt.	lockere	Kohlensäure,
0·0	„	feste	
12·25	„	N,	
0·8	„	O.	

Der Eiter war vollkommen geruchlos, dick, zähflüssig. Sein spec. Gewicht = 1009·1.

Die zweite stammte von einem frisch eröffneten Muskelabscess (N. XXIV). Der vollkommen reine, blutfreie Eiter

hatte einige Stunden an der Luft gestanden und zeigte folgende Zusammensetzung:

24·82 pCt. lockere } Kohlensäure,
2·13 „ feste }
3·68 „ N+O.

Es braucht kaum der Erwähnung, dass diese Resultate (wie auch die Ergebnisse der Analyse (16) durch den gleichzeitigen Contact mit der Luft beeinflusst sind. Es scheint hier der Sauerstoff der Luft zur Bildung weiterer Kohlensäure verwandt zu werden. Aber dies ist für den Augenblick Nebensache. Dadurch dass in dem ersten Fall gar keine, in dem zweiten nur geringe Mengen fester Kohlensäure vorhanden waren, bilden sie einen weiteren Beleg zu den oben entwickelten Schlüssen.

Endlich möchte ich noch auf die grossen und scheinbar ganz unmotivirten Schwankungen des specifischen Gewichtes der Exsudate aufmerksam machen. Man sieht, dass dasselbe auch für reinen Eiter sehr wechselnd ist und sich durchaus nicht so enge begrenzt findet als dies Bartels[1]) nach einigen Messungen anzunehmen scheint. Aräometrische Bestimmungen führen hier leicht zu Irrthümern, weil das Instrument in die viscide und dicke Flüssigkeit oft nicht ausreichend einsinkt und so zu hohe Werthe anzeigt. Meine Zahlen beziehen sich für Eiter und eitrige Flüssigkeiten auf Piknometer-Wägungen.

---

1) Bartels, über peripleuritische Abscesse. Deutsch. Archiv f. klin. Med. XIII. 1 und 2.

Ueber das Kiefergerüst der Vögel.

Von

Prof. Dr. Chr. Aeby

in Bern.

(Hierzu Taf. XII.)

Den Oberschnabel der Vögel kennzeichnet bekanntlich häufig eine mehr oder weniger ausgesprochene Beweglichkeit, welche dem entsprechenden Kopftheile der übrigen Wirbelthiere abgeht. Das Verdienst derselben wird, soweit ich die Litteratur zu berathen vermag, schlechtweg dem Quadratbeine zugeschrieben, welches unter Beihülfe gewisser Muskeln die Flügel- und Gaumenbeine gegen das mit dem Stirnbeine gelenkig oder federnd verbundene Kiefergerüst andrängen und letzteres dadurch zum Aufsteigen bewegen soll. Dabei bleibt jedoch eine höchst bedeutungsvolle Einrichtung gänzlich ausser Acht. Auch bezweifle ich, ob dieselbe jemals nach ihrem vollen Werthe ist gewürdigt worden, wenigstens wäre das völlige Stillschweigen, womit sie selbst in neueren Werken allgemein übergangen wird, sonst kaum begreiflich. Ich selbst wurde nur zufällig auf sie geführt, indem ich beobachtete, dass bei gewissen Vögeln im vollständig macerirten, sämmtlicher Weichtheile baaren Schädel Verschiebungen des Unterkiefers regelmässig Lageveränderungen des Oberkiefers veranlassen und umgekehrt, ja dass die eine ohne die andere geradezu unmöglich sind. Darnach könnte es kaum einem Zweifel unterliegen, dass die Verknüpfung bei-

der Bewegungen auf einer besonderen Bildung der Gelenkflächen beruhe. Eine darauf gerichtete Untersuchung bestätigte sofort die gehegte Vermuthung und warf überhaupt auf das Kiefergerüst der Vögel ein, wie ich glaube annehmen zu dürfen, durchaus neues Licht. Seine Mechanik ergab sich als eine höchst eigenthümliche und von derjenigen bei den übrigen Wirbelthieren völlig abweichende.

Der Unterkiefer ruht bei allen Vögeln auf dem Quadratbeine und steht nur durch dieses mit dem übrigen Schädel in Verbindung. Seine Bewegung wird anscheinend von einer einfachen Drehaxe beherrscht, die ihm in senkrechter Richtung Entfernung vom Oberkiefer oder Annäherung an denselben gestattet, ohne im Uebrigen an den bestehenden Verhältnissen das Geringste zu ändern. Dem ist jedoch keineswegs so, vielmehr lehrt die sorgfältigere Prüfung das Unterkiefergelenk als ein Schraubengelenk, dessen Einrichtung an jede Hebung und Senkung des Kiefers noch anderweitige Lageveränderungen mit zwingender Nothwendigkeit anreiht, erkennen. Die Gelenkflächen sind nämlich Segmente von Spiralen, deren Ganglinien jederseits symmetrisch von vorn und innen nach hinten und aussen ansteigen. Die Rolle der eigentlichen Schrauben fällt dabei ausnahmslos dem Quadratbeine, diejenige der Schraubenmutter dem Unterkiefer zu. Die einfache Drehung des letzteren wird in Folge davon zur Unmöglichkeit. Sie setzt vielmehr nothwendigerweise die Nachgiebigkeit wenigstens des einen der betheiligten Knochen und zwar beim Quadratbeine in der Richtung nach innen, beim Unterkiefer in der Richtung nach aussen voraus. Dieses Nachgeben ist aber wiederum nur für den Unterkiefer mit keinen weiteren Hindernissen verbunden, indem derselbe seitlich frei liegt. Das Quadratbein dagegen ist oben am Hirnschädel eingelenkt und zwar keineswegs so, dass ein einfaches Ausweichen nach innen denkbar ist. Das betreffende Gelenk besitzt vielmehr eine schräg von vorn und aussen nach hinten und innen gehende Drehaxe, um welche der Knochen schräg nach vorn und innen sich bewegen muss, da ihm nach rückwärts auszuweichen durch Knochenvorsprünge gewehrt wird. Seine Bewegung überträgt

sich dabei unausbleiblich auf die von ihm ausgehenden Flügelbeine. Diese rücken, theils direct geschoben, theils indirect durch die Verkleinerung ihres Convergenzwinkels nach vorn und verdrängen die Gaumenbeine, die ihrerseits wieder in ganz gleicher Weise auf die Oberkiefer einwirken und deren Hebung veranlassen. Die Richtung der Schraubengänge erfährt während ihrer Verschiebung in der Regel keine Ablenkung; sie durchlaufen auf jeder Seite einander parallele Ebenen, so dass ihre Querabstände in allen Punkten gleichförmig zu- oder abnehmen, ein Beweis, dass die oberen Drehaxen der Quadratbeine senkrecht zu den Schraubenebenen gestellt sind. Eine Ausnahme habe ich nur bei den Papageien gefunden, wo mit der Verschiebung nach vorn die Schraubenstellung eine steilere wird. So erweiterte sich in einem einzelnen Falle der von den beiderseitigen Schraubenebenen eingeschlossene Winkel von 59 auf 74, also um volle 15 Grade.

Die Schraube des Kiefergelenks vermag also nach zwei verschiedenen Seiten hin zu wirken und ebenso wohl Verbreiterung des Unterkiefers, als Hebung des Oberkiefers herbeizuführen. In welchem Maasse zuweilen das eine oder das andere stattfindet, hängt natürlich von den vorhandenen Widerständen ab. Sind Ober- und Unterkiefer ungefähr gleich nachgiebig, wie bei Sula, so werden beide gleichzeitig in der geschilderten Weise beeinflusst, während bei übergrosser Starrheit des einen ausschliesslich der andere in Anspruch genommen wird, so beispielsweise allein der Oberkiefer bei Psittacus und Balaeniceps, dagegen nur der Unterkiefer bei Strix, Aquila, Larus und vielen andern.

Die Steilheit der Schraubengänge schwankt bei verschiedenen Vögeln innerhalb weiter Grenzen. Der von ihnen beiderseits eingeschlossene nach hinten offene Winkel giebt hierüber am besten Auskunft. Er betrug in den von mir untersuchten Fällen von 50 bis 141° und zeigte im einzelnen die nachfolgenden Werthe:

Tetrao urogallus, Larus glaucus und tridactylus 50°.
Ardea cinerea . . . . 53°.
Anas boschas . . . . 55°.

Psittacus (spec.?)	59°.
Ardea tentiginosa, Larus marinus und fuscus	60°.
Anas niger	61°.
Meleagris gallopavo	62°.
Corvus cornix	63°.
Sarcoramphus gryphus	64°.
Larus procellosus	65°.
Anas albifrons	66°.
Colymbus septemtrionalis	67°.
Balaeniceps rex	73°.
Corvus corax	74°.
Sula alba, Diomedea exsulans	80°.
Vultur (spec.?)	82°.
Struthio camelus	92°.
Strix aluco	98°.
Strix bubo	106°.
Aquila fulva	141°.

Ein bestimmtes Gesetz dürfte sich daraus wohl kaum ableiten lassen und höchstens Erwähnung verdienen, dass fast sämmtliche Raubvögel durch besonders hohe Zahlen sich auszeichnen. Kleineren Unterschieden ist um so weniger Werth beizumessen, als in vielen Fällen wegen der Kleinheit des Objectes die Bestimmung der Schraubenebenen sich nur schwer und bloss annähernd erzielen lässt. Um ganz zuverlässige Zahlen zu erhalten, müssten wohl auch verschiedene Individuen derselben Art geprüft und verglichen werden, da solche, wie vorauszusehen, keineswegs völlig unter sich übereinstimmen. Zur Lösung dieser Aufgaben fehlt mir das nothwendige Material. Ueberdies dürfte durch sie in der Hauptsache an dem gewonnenen Resultat wohl kaum etwas geändert werden.

Die Form der Schraubenfläche unterliegt mannigfachen Verschiedenheiten. Sie entspricht bald einem einfachen schrägen Cylindersegmente (Struthio, Sula), bald bietet sie verwickeltere Verhältnisse. Ihre Kanten runden sich ab, entweder nur von aussen her (Pelecanus) oder beiderseitig und zwar bei vielen in dem Grade, dass die Mitte kielartig vorspringt (Larus). Im Gegensatze hierzu wird letztere bisweilen

von einer Längsrinne durchzogen (Balaeniceps). Auch erweitert sich hin und wieder ihre Aussenwand zu einer seitlich vorspringenden Leiste, welche in einer entsprechenden Rinne des Unterkiefers gleitet und den letzteren so fest hält, dass er selbst nach Entfernung sämmtlicher Weichtheile nicht von selbst abfällt, sondern förmlich muss losgeschraubt werden (Balaeniceps, Sula). Eine derartige Einrichtung bedingt offenbar die innigste Verkettung zwischen Ober- und Unterkiefer und die strengste Abhängigkeit ihrer beiderseitigen Bewegungen.

Die Schraubenfläche des Kiefergelenkes kommt nur ausnahmsweise für sich allein zum Vorschein. So bei allen Papageien. Gemeiniglich sucht sich der Unterkiefer weiter nach aussen noch einen zweiten Stützpunkt und zwar gleichfalls auf dem Quadratbeine. Dadurch entsteht dann eine zweite Gelenkfläche, entweder dicht neben der Schraubenfläche und von ihr nur durch eine schmale Rinne (Anas, Tetrao) oder aber in grösserer, entweder bloss horizontaler oder zugleich auch verticaler Entfernung von ihr geschieden; häufig finden sich auch andere Niveauverhältnisse. In letzterem Falle kommt sie immer höher zu liegen. Auf Seiten des Quadratbeins besitzt sie nicht selten eine einfache convexe Wölbung (Anas, Tetrao), häufiger jedoch wird sie schräg von vorn und innen nach hinten und aussen von einer Rinne durchzogen (Struthio, Larus, Aquila), die sogar zu einem vollständigen Zerfalle führen kann (Ardea, Corvus). Welches jedoch auch immer ihr Verhalten sei, der typische Charakter des Kiefergelenks bleibt von ihr unberührt. Die Drehaxe des letzteren fällt nicht selten mit derjenigen des oberen Quadratgelenkes zusammen (Balaeniceps, Sula), sehr oft liegt sie aber auch beträchtlich tiefer (Strix Aquila).

Es schien mir wünschenswerth, die Grösse der Verschiebung, welche ihre Entstehung der Schraubenform des Kiefergelenkes verdankt, in einigen Fällen zu bestimmen. Zu diesem Behuf wurde die Länge des Oberschnabels von seiner Wurzel an, sowie die Hebung seiner Spitze bei vollständig fixirtem Unterkiefer gemessen und hieraus die Drehung seiner Längsaxe in Bogengraden berechnet. Das Ergebniss war folgendes:

	Länge des Oberschnabels.	Hebung der Schnabelspitze.	Drehung des ganzen Oberschnabels.
Balaeniceps rex.	210 Mm.	18 Mm.	5°.
Sula alba.	102 Mm.	25 Mm.	14°.
Pelecanus onocrotelus.	357 Mm.	50 Mm.	9°.
Psittacus (spec.?)	39 Mm.	10 Mm.	15°.

Für die Erweiterung des Unterkiefers erhielt ich unter Ausschluss jeglicher Hebung des Oberkiefers die nachfolgenden Werthe, wobei sowohl Länge als Breite des ersteren von der Mitte seiner Gelenkflächen aus gerechnet ist:

	Kieferbreite		Unterer Kieferwinkel	
	bei geschlossenem Munde.	bei offenem Munde.	bei geschlossenem Munde.	bei offenem Munde.
Struthio Camelus	92·0 Mm.	97·0 Mm.	26°.	28·5°.
Colymbus septemtrionalis.	43·5 Mm.	45·5 Mm.	23°.	24·0°.
Sula alba.	50·5 Mm.	54·5 Mm.	20°.	21·5°.
Strix aluco.	46·0 Mm.	48·5 Mm.	46°.	51°.

Wir ersehen hieraus, dass die Schraube auf Seiten des Oberkiefers ungleich ausgiebiger wirkt, als gegenüber dem Unterkiefer. Die Erweiterung des letzteren steigert sich ziemlich gleichförmig mit der Oeffnung des Schnabels, was bei der Regelmässigkeit der Schraubengänge nicht überraschen kann. Nichtsdestoweniger mag der Strauss die Richtigkeit des Gesagten belegen. Als Mundweite gilt dabei die senkrechte Entfernung der beiden Schnabelspitzen, als Kieferbreite der Abstand der Aussenwände seiner beiderseitigen Gelenkflächen.

Mundweite.	Breite des Unterkiefers.
0 Mm.	92·0 Mm.
20 „	93·0 „
40 „	94·0 „
60 „	95·5 „
80 „	96·5 „
100 „	97·0 „
120 „	97·0 „

Wir haben im Bisherigen nur solche Vögel berücksichtigt, bei denen Ober- oder Unterkiefer Nachgiebigkeit genug besitzt,

um eine Schraubenfläche des zwischen ihm liegenden Gelenkes zu vertragen. Es giebt jedoch auch Fälle, wo dem nicht also ist und wo eine Schraubenfläche die Kieferbewegung entweder verhindern oder zum mindesten erschweren müsste (Ramphastos, Buceros). In diesen schleifen sich die hindernden Kanten und Ecken so weit als nöthig ab, so dass der Gelenkkopf eine mehr oder weniger gerundete Form annimmt und die Schraube als solche gänzlich verloren geht. Dafür gewinnt der Unterkiefer die allerdings ziemlich beschränkte Fähigkeit, sich horizontal gegenüber dem Oberkiefer zu verschieben und dadurch eine Art von Mahlbewegung auszuführen. Ob und in wiefern derselben eine physiologische Bedeutung zukommt vermag ich am macerirten Schädel nicht zu entscheiden.

Es darf ohne Weiteres vorausgesetzt werden, dass Bänder und Muskeln mit dem geschilderten Schraubencharakter der Gelenkflächen in engster Uebereinstimmung sich befinden, es thatsächlich festzustellen, hatte ich leider keine Gelegenheit. Auch so dürften jedoch die mitgetheilten Thatsachen genügen, um den Kiefergelenken der Vögel unter den mechanischen Vorrichtungen des Thierkörpers eine hervorragende Stelle zu sichern.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. A. und B. Schädel von Balaeniceps rex.
Fig. 2. A. und B. Schädel von Struthio Camelus.
Fig. 3. Gelenktheil des Schädels von Psittacus (spec.?).
Fig. 4. „ „ „ „ Tetrao urogallus.
Fig. 5. „ „ „ „ Ardea cinerea.
Q, Quadratum. — Pt., Pterygoideum. — P, Palatinum. —
M, Mandibulare. — Q T, Quadrato-jugale.
a, Hauptfläche (Schraubenfläche) des Kiefergelenkes.
b, Einfache, b^1, b^2, Getheilte Seitenfläche des Kiefergelenkes.

Weitere neue Fälle des Vorkommens eines Ossiculum supernumerarium in der unteren Handwurzelreihe als Vertreter des mangelnden Processus styloideus des Metacarpale III.

(8. u. 9. Fall).

Beobachtet von

Dr. Wenzel Gruber,

Professor der Anatomie in St. Petersburg.

Dieses von mir schon 1868 vermuthete, supernumeräre Knöchelchen in der unteren Handwurzelreihe, welches dem von J. Saltzmann[1]) schon 1725 erwähnten höchst wahrscheinlich und dem von J. Struthers[2]) an beiden Handwurzeln eines Individuum beobachteten und 1869 beschriebenen Knöchelchen sicher gleichbedeutend ist, wie ich schon an anderen Orten auseinandergesetzt habe, war von mir, unabhängig von Struthers, vom 24. November 1869 angefangen, an welchem ich es an 3 Händen gefunden hatte, bis zum 19. October 1872 schon in 7 Fällen gesehen worden. Ich hatte sämmtliche Fälle beschrieben und ein Paar davon auch abgebildet.[3]) An

1) Decas observ. anat. Obs. III. Argentorati 1725 (Diss. ab H. A. Nicolai) — Haller. Disp. anat. select. Vol. VII. Goettingae 1751. p. 691. —

2) Case of additional bone in the human Carpus. — Journ. of anat. a. physiol. Vol. III. Cambridge a. London. 1869. p. 354.

3) Siehe: dieses Archiv 1870. S. 197 Taf. V. C. Fig. 3. (1.—3. Fall). — Bull. de l'Acad. Imp. des sc. de St. Petersbourg. Tom. XV. Col. 483. (4. u. 5. Fall). Daselbst Col. 486. Fig. 1.—4. (6. Fall). Daselbst Tom. XVII. Nr. 2. (Mars 1872) Col. 399. 7. Fall).

den 328 Händen, deren Untersuchung auf das Vorkommen des Knöchelchens in den Zeitraum vom 20. October 1871 bis zum 19. September 1872 fiel, hatte ich dasselbe nicht angetroffen. Im Studienjahre 1872/73 war ich verhindert, das Knöchelchen auf sein ferneres Vorkommen zu prüfen. Im Studienjahre 1873/74, in welchem ich meine Nachsuchungen wieder fortsetzte, traf ich das Knöchelchen Ende December 1873 unter 134 in conservirenden Flüssigkeiten aufbewahrten Händen (65 rechten und 69 linken), welche Extremitäten angehört hatten, die den Studirenden zur Praeparation der Musculatur im Institute für die praktische Anatomie überlassen worden waren, wieder an zwei derselben einer rechten und an einer linken von zwei verschiedenen Individuen. Ich erlaube mir auch über diese neuen Fälle (8. und 9.) eigener Beobachtung zu berichten, sei es auch nur deshalb, um zu constatiren, dass das während 144 Jahren für ein Unicum gehaltene und, wie ich bewiesen, lange unrichtig gedeutete supernumeräre Handwurzelknöchelchen, welches den mangelnden Processus styloideus des Metacarpale III. ersetzt, schon binnen 3—4 Jahren an zwei anatomischen Anstalten (Aberdeen und St. Petersburg), an welchen seit meinen Funden von Ossa carpi partita und des Processus styloideus des Metacarpale III. bisweilen als Epiphyse, bei Vermuthung des Auftretens der letzteren als besonderes Handwurzelknöchelchen im möglichen Falle der Bildung eines Gelenkes in der Synchondrose, zwischen dem Metacarpale III. und dieser seiner Epiphyse, geflissentlich darnach gesucht worden war, 11 Mal von mir (2 Mal von Struthers und 9 Mal von mir) gefunden werden konnte, also öfters vorkommen müsse.

1. (8.) Fall. Beobachtet in der rechten Handwurzel eines Mannes mit folgenden Eigenschaften:

Lage. Im Rückentheile der Handwurzel über dem Metacarpale III. statt dessen mangelnden Processus styloideus, zwischen dem Multangulum minus und der Basis des Metacarpale II. radialwärts und dem Capitatum auf — ulnar — volarwärts: als ein fünfter Knochen der unteren Reihe, wie eingekeilt.

Gestalt. Eines Tetraëders mit sehr stumpfer oberer

Ecke (oder eines fünfseitigen Körpers), welcher einen ganz ungewöhnlich starken, vom Metacarpale III. abgtrennten Processus styloideus desselben repräsentirt. Die obere stumpfe Ecke des Knöchelchens, welche dessen Spitze darstellt, ist dreieckig convex, rauh. Von den vier Flächen sieht eine rückwärts — Superficies dorsalis —, die andere radialwärts — S. radialis — die dritte auf — ulnar — und volarwärts — S. brachialis — und die vierte, an der Basis, abwärts — S. digitalis. — Die S. radialis und brachialis sind im ganzen Umfange, die S. digitalis ist nur an ihrem kleineren ulnaren Abschnitte mit hyalinem Knorpel überkleidet. Die S. dorsalis hat die Form eines quer liegenden Ovales, das seinen stumpfen Pol radialwärts gekehrt hat. Sie ist sehr convex und rauh. Die S. radialis ist eine dreieckige, am oberen und hinteren Umfange abgerundete Gelenkfläche, die durch eine Kante in zwei Facetten getheilt ist. Von diesen ist die untere grössere länglich-vierseitig, die obere kleinere dreieckig. Die S. brachialis ist eine halbovale, convexe Gelenkfläche. Die S. digitalis oder Basis des Knöchelchens, ist eine dreieckige, rückwärts abgerundete Fläche. Ulnarwärts, an einem 6—7 Mm. langen und bis 2 Mm. breiten Streifen, ist sie eine Gelenkfläche, übrigens und am grösseren Theile eine Verbindungsfläche. Die Gelenkflächen der S. radialis und brachialis sind von einander durch eine zugeschärfte überknorpelte Kante und die Gelenkfläche an der S. brachialis ist von der an der S. digitalis durch eine überknorpelte Kante am ulnaren Rande der S. digitalis geschieden.

Grösse. Das Knöchelchen misst in verticaler Richtung: 6 Mm., in der Richtung von der Radial- zur Ulnarseite und in der von der Dorsal- zur Volarseite je: 9 Mm.

Verbindung. Dorsalwärts war es mit dem Capitatum durch ein sehr starkes Ligament, welches von seiner Spitze und dem ulnaren Pole seiner S. dorsalis entsprang; radialwärts mit dem Multangulum minus und der Dorsalseite der Basis des Metacarpale II. durch ein anderes Ligament, welches von dem radialen Pole seiner S. dorsalis abging; und abwärts mit dem Metacarpale III. durch ein drittes starkes Ligament, welches vom unteren Rande seiner S. dorsalis entstand, straff

vereinigt. Mit seiner S. radialis articulirte es durch deren obere Facette an einer Facette der Gelenkfläche an der S. ulnaris des Multangulum minus und durch die untere Facette an der dorsalen Facette der Ulnarseite des ulnaren Kammes an der Basis des Metacarpale II. Mit seiner S. brachialis articulirte es an der concaven, ovalen, dorsalen, radialen Facette der S. digitalis des Capitatum. Mit seiner S. digitalis, welche auf einer am radialen Dorsalwinkel der Basis des Metacarpale III. befindlichen dreieckigen Facette sitzt, articulirte es nur ulnarwärts und war radialwärts damit noch durch eine bereits zerklüftete Synchondrose vereinigt. Die Gelenkhöhle zwischen ihm und dem Metacarpale III. ist ganz eng und steht durch eine ritzenförmige Oeffnung mit der Articulatio capitato-metacarpalis in Communication.

In Verbindung mit den dasselbe umlagernden Knochen war seine Beweglichkeit eine sehr beshränkte.

2. (9.) Fall. Beobachtet an der linken Handwurzel eines Mannes mit folgenden Eigenschaften: Lage. An demselben Orte in der Handwurzel und zwischen denselben Knochen wie im vorigen Falle.

Gestalt. Eines allseitig isolirten und articulirenden Tetraëders. Seine Superficies dorsalis hat die Form eines Querovalen, ist sehr convex und rauh. Die S. radialis hat die Form eines Dreieckes, das von einem bogenförmig gekrümmten rauhen Dorsalrande, von einem schräg absteigenden und durch einen vorspringenden Winkel ungleich zweischenklig getheilten überknorpelten Volarrande und einem radialwärts schwach concaven, überknorpelten Digitalrande begrenzt wird. Sie ist im ganzen Umfange eine Gelenkfläche, die durch überknorpelte Kanten in drei verschieden grosse und gestaltete Facetten getheilt ist. Davon ist die untere Facette die grösste, unregelmässig-vierseitig und concav; die obere volare die kleinere, verschoben vierseitig und schwach concav; die obere dorsale die kleinste, länglich-dreieckig, dorsalwärts zugespitzt, von der Dorsal- zur Volarseite convex und in verticaler Richtung schwach concav. Die auf-, volar- und ulnarwärts sehende S. brachialis ist rhomboidal, am radialen, grösseren,

dreiseitigen Abschnitte überknorpelt und sehr convex, am ulnaren Abschnitte rauh, dort eine Gelenk- hier eine Verbindungsfläche. Die S. digitalis hat eine halbovale oder abgerundete dreieckige Form. Sie ist von einem schwach convexen Radial- und einem convexen Ulnar- und Dorsalrande begrenzt. Sie ist im ganzen Umfange eine Gelenkfläche, die schwach sattelförmig ausgeschweift erscheint. Durch ihren überknorpelten Radialrand geht sie in die Gelenkfläche der S. radialis und durch ihren überknorpelten Ulnarrand in die Gelenkfläche der S. brachialis über, wie beide letztere in einander durch den überknorpelten Volarrand des Knöchelchens sich fortsetzen.

Grösse. Das Knöchelchen misst in verticaler Richtung: 6 Mm.; in der Richtung von der Radial- zur Ulnarseite: 9 Mm.; in der Richtung von der Dorsal- zur Volarseite: 9 Mm.

Verbindung. Mit dem Capitatum durch ein sehr starkes Ligament, welches vom oberen Rande der S. dorsalis und vom rauhen Abschnitte der S. brachialis entsprang; mit dem Multangulum minus durch ein anderes Ligament, welches vom radialen Pole der S. dorsalis ausging; und mit dem Metacarpale III. durch ein starkes drittes Ligament, welches vom unteren Rande der S. dorsalis entstand. Es articulirte mit allen vier dasselbe umlagernden Knochen: mit dem Capitatum, an dessen dorsaler radialer Facette der S. digitalis, durch die Gelenkfläche seiner S. brachialis, mit dem Multangulum minus, an dessen dorsaler Facette der S. ulnaris, durch die obere volare Facette seiner S. radialis; mit dem Metacarpale II., an der Ulnarseite des Ulnarkammes seiner Basis, durch die dorsale obere und untere Facette seiner S. radialis; mit dem Metacarpale III. endlich, auf dem es statt des mangelnden Processus styloideus sitzt, an einer anomalen halbovalen oder abgerundet dreieckigen Facette des radialen Dorsalwinkels seiner Basis, mit der S. digitalis. Seine Beweglichkeit ist eine weniger beschränkte als im vorigen Falle.

Resultate.

Jedes der beschriebenen supernumerären Knöchelchen in der unteren Reihe der Handwurzel war als Ersatz für den Mangel des Processus styloideus am Metacarpale III. aufge-

treten; jedes wies manche besondere Eigenthümlichkeit auf, aber dennoch gleichen beide im Wesentlichen einander. Beide haben daher dieselbe Bedeutung. Vergleicht man sie mit den bereits veröffentlichten sieben Fällen vorgekommener Ersatzknöchelchen in der Handwurzel für den in dieser mangelnden Processus styloideus des Metacarpale III. eigener Beobachtung, mit den zwei von Struthers beobachteten Fällen und mit dem Falle, welcher Saltzmann vorgekommen war; so ergiebt sich, dass sie auch mit diesen gleichbedeutend sind. Der erste neue Fall (8,), bei welchem zwischen dem supernumerären Knöchelchen und dem Metacarpale III. theilweise schon ein Gelenk und übrigens noch eine zerklüftete Synchondrose existirte, erinnert ganz besonders an meinen sechsten Fall, in welchem theilweise ein Gelenk und übrigens Ancylose eingetreten war[1]) Diese beiden Fälle, namentlich aber der neue achte Fall, sind eine grosse Stütze für meine aufgestellte Vermuthung, dass das supernumeräre Knöchelchen in der unteren Handwurzelreihe, welches den mangelnden Processus styloideus des Metacarpale III. substituirt, in Folge von Bildung eines Gelenkes in der Synchodrose zwischen dem Körper des Metacarpale III. und seinem anomaler Weise als Epiphyse vorkommenden Processus styloideus auftrete.

Die bis jetzt von mir beobachteten neun Fälle dieses supernumerären Knöchelchens waren bei geflissentlich vorgenommenen und seit October 1868 dauernden Untersuchungen von 1070, vorher meistens zur Muskel-Praeparation benutzten Händen, angetroffen worden. Dieselben hatten sieben Individuen (sechs Männern und einer Frau) angehört. Das Knöchelchen war an beiden Händen eines und desselben Individuums zwei Mal, (bei Männern); an nur einer Hand fünf Mal, und zwar an der rechten drei Mal (bei 2 Männern und einem Weibe), an der linken zwei Mal (bei Männern) vorgekommen. —

Darnach tritt das Knöchelchen bei beiden Geschlechtern auf, wäre etwa unter 120 Händen ein Mal, öfter einseitig als beiderseitig, fast gleich häufig rechts und links zu erwarten.

---

1) Bull. de l'Acad. Imp. des sc. de St. Petersbourg. Tom. XV. Col. 486.

Weitere Nachträge zum Vorkommen des Ossiculum intermedium carpi beim Menschen.

Von

Dr. Wenzel Gruber,
Professor der Anatomie
in St.-Petersburg.

(Hierzu Taf. XIII.)

Der Fund jenes neunten Handwurzelknöchelchens beim Menschen, welches dem Os intermedium s. centrale carpi der Säugethiere analog ist, war mir vorbehalten. Ich entdeckte dieses Knöchelchen im Jahre 1868 an der linken Handwurzel des Skeletes eines Mannes, beschrieb es und liess es abbilden. Der am $\frac{16}{28}$ Oktober 1868 zum Druck abgesandte Aufsatz darüber konnte erst im August 1869 erscheinen[1]). Ich nahm nun zu seiner Auffindung, vom Oktober 1868 angefangen, Massenuntersuchungen an frischen Händen vor. Erst nachdem ich 293 Hände untersucht hatte, traf ich am 4. Februar 1870 dieses Knöchelchen an der 294. und zwar rechten Hand eines Mannes an. Ich beschrieb auch diesen zweiten Fall seines Vorkommens und liess ihn abbilden. Der jene Beschreibung enthaltende Aufsatz wurde der Akademie der Wissenschaften in St.-Petersburg vorgelegt, daselbst am $\frac{13}{25}$ Oktober 1870 ge-

1) „Ueber ein dem Os intermedium s. centrale gewisser Säugethiere analoges neuntes Handwurzelknöchelchen beim Menschen". — Dieses Arch. 1869 S. 331 Taf. X. A. i. —

lesen und am $\frac{\text{22. Dezember 1870}}{\text{3. Januar 1871}}$ veröffentlicht.[1]) Ich fuhr aber mit den Untersuchungen auf das Vorkommen des Knöchelchens an frischen Händen noch fort. Nachdem ich wieder 405 Hände (198 rechte und 207 linke) durchgemustert hatte, stiess ich im November 1871 an der 406. und zwar linken Hand eines Mannes auf den dritten Fall. Diesen Fall beschrieb ich gleichfalls und liess auch ihn abbilden. Den Aufsatz legte ich wieder der Akademie der Wissenschaften vor. Er wurde in der Sitzung am $\frac{\text{25. Januar}}{\text{6. Februar}}$ 1872 gelesen und am $\frac{\text{31. März}}{\text{12. April}}$ veröffentlicht.[2]) Nach Veröffentlichung meines ersten Falles, wohl ein Jahr nach diesem Funde, wurde das Knöchelchen auch an der Wiener anatomischen Anstalt bei den Sectionsübungen an einem Bänderpräparate an der rechten Hand eines Mannes vom Prosector A. Friedlowsky beobachtet und dadurch sein Vorkommen auch anderwärtig bestätiget. Der Aufsatz in welchem Herr Friedlowsky das Knöchelchen beschrieben und abgebildet hatte, war der Akademie der Wissenschaften in Wien in der Sitzung am 20. Januar 1870 vorgelegt worden.[3]) Das Präparat ist dem Wiener Museum einverleibt. Vom 27. September 1868, an welchem Tage mir der erste Fall vorgekommen war, bis 3. November 1871, an welchem Tage ich meinen dritten Fall beobachtete, also binnen 3 Jahren waren 4 Fälle des Ossiculum intermedium carpi des Menschen gesehen worden. Wenn auch diese Fälle (meine drei Fälle und Friedlowsky's Fall)

---

1) „Nachträge zur Osteologie der Hand und des Fusses" Art. II.: „Ueber ein dem Os intermedium s. centrale gewisser Säugethiere analoges neuntes Handwurzelknöchelchen beim Menschen" — Bull. de l'Acad. Imp. des sc. de St. Petersbourg. Tom. XV. No. 4. December 1870 colonne 444. Fig. 3. —

2) „Nachträge zu den supernumerären Handwurzelknochen des Menschen." Art. 1. „Ossiculum intermedium carpi" — Bull. de l'Acad. Imp. des sc. de St.-Petersbourg Tom. XVII. No. 3. Mars 1872. col. 395. Fig. 1. 2. No. 9. —

3) Ueber Vermehrung der Handwurzelknochen durch ein Os carpale intermedium, und über secundäre Fusswurzelknochen. — Sitzungsberichte d. mathem.-naturwissenschft. Classe d. Kais. Akad. d. Wiss. Bd. 61. Abth. 1. Wien 1870. S. 584 Fig. 1. —

in Hinsicht ihrer Gestalt, Grösse, gelenkigen oder ungelenkigen Verbindung variiren, jeder derselben seine Besonderheiten aufweiset; so gleichen sich doch alle ihrer Lage nach. Alle repräsentiren ein und dasselbe und zwar das dem Os intermedium carpi gewisser Säugethiere analoge Knöchelchen beim Menschen, wie ich schon auseinandergesetzt habe. [1])

Im Studienjahre 1871/72, vom 4. November 1871 angefangen, wurden die Untersuchungen auf das Vorkommen des Knöchelchens an frischen Händen fortgesetzt. Unter 112 Händen wurde dasselbe vermisst. Wegen langer Krankheit im Studienjahre 1872/73 mussten derartige Untersuchungen eingestellt werden. Es wurden aber in meinem Auftrage doch alle jene Hände mit Weichtheilen, welche sonst zu jenen Untersuchungen bestimmt gewesen wären, der Maceration übergeben, um Knochen zum Verbrauche zu gewinnen und etwa vorgekommene Abweichungen nicht zu verlieren. Die macerirten Knochen dieser Hände wurden mir, nach meiner Rückkunft von einem langen Aufenthalte im Auslande, im September 1873 vorgelegt.

Unter den Massen Navicularia (420) war an einem linken, das wohl einem Manne angehört hatte, ein Knöchelchen, — in Folge nicht völliger Zerstörung seines ligamentösen Apparates zum Naviculare durch Maceration, — hängen und an einem rechten von einem anderen Individuum ein ähnliches aber viel kleineres Knöchelchen, — in Folge theilweise eingetretener Synostose zwischen beiden, — sitzen geblieben. Das Knöchelchen ist in beiden Fällen das Ossiculum intermedium carpi, wie aus folgenden Betrachtungen ersichtlich werden wird:

1. Betrachtung des Naviculare der Norm.

Am Naviculare der Norm ist fast immer ($\frac{25}{26}$ d. F.) ein Ausschnitt unter dem ulnaren Ende seiner gefurchten, rauhen Superficies dorsalis vorhanden, welcher entweder am überknorpelten Rande zwischen der Gelenkfläche an der S. digitalis und der eine Grube darstellenden unteren Abtheilung der Ge-

1) Siehe dieses Arch. 1869. — Bull. de l'Acad. Imp. des sc. de St.-Petersbourg. Tom. XV et Tom. XVII. No. 3 Mars 1872 col. 401.

lenkfläche der S. ulnaris sitzt ($\frac{4}{26}$ d. F.), oder an diesem überknorpelten Rande und zugleich am Rande des rauhen ulnaren Endes der S. dorsalis sich befindet ($\frac{10}{26}$ d. F.), oder endlich so und zugleich mit einer von ihm sich fortsetzenden Ausbuchtung des ulnaren am Multangulum minus articulirenden Theiles der Gelenkfläche der S. digitalis vorkömmt ($\frac{11}{26}$ d. F.). Der Ausschnitt ist gewöhnlich halbmondförmig, ausnahmsweise (als Randausschnitt) winklig. Er ist verschieden weit und tief. Derselbe ist nur ausnahmsweise durch eine oder zwei ganz kleine und sehr seichte Randausbuchtungen vertreten ($\frac{1}{52}$ d. F.), oder fehlt ganz ($\frac{1}{52}$ d. F.). In den Fällen mit völligem Mangel eines Ausschnittes, am genannten überknorpelten Rande zwischen den Gelenkflächen an der S. digitalis und ulnaris, kann dieser rauh und beträchtlich dick angetroffen werden ($\frac{1}{3}$ dieser F. oder $\frac{1}{156}$ d. F. überhaupt).

2. Betrachtung der Navicularia und der Ossicula intermedia, welche an ersteren hängen oder verwachsen sitzen.

a. Betrachtung des linken Naviculare, an welchem das Ossiculum intermedium hängt. (Fig. 1., 2. a.)

Das linke Naviculare (a), an dem das Ossiculum intermedium carpi des neuen vierten Falles eigener Beobachtung hängt, hat an seinem Rande zwischen der Superficies digitalis und der grossen Grube an der S. ulnaris ebenfalls einen halbmondförmigen Ausschnitt, wie das Naviculare der Norm. Dieser Ausschnitt ist aber ganz enorm gross. Er ist nämlich nicht nur in der Richtung von einem Ende des Knochens zum anderen 14—15 Mm. weit, sondern auch dadurch, dass er bis zur furchenartigen S. dorsalis, und zwar nicht bis zum ulnaren Ende sondern von da an noch 11 Mm. radialwärts, also zu mehr (2 Mm.) als dem ulnaren Drittel derselben, von ihrem unteren Rande daselbst begrenzt, vordringt, 9—10 Mm., also ganz abnorm tief. Denkt man sich den oben beschriebenen Ausschnitt an einem Naviculare der Norm auf Kosten des ulnaren und am Multangulum minus articulirenden Theiles der Gelenkfläche der S. digitalis mit der diesem Theile correspon-

direnden Partie der Grube der Gelenkfläche an der S. ulnaris vergrössert; so hat man den Ausschnitt, wie er an dem Naviculare im neuen Falle des Vorkommens eines Ossiculum intermedium carpi erscheint. Der Ausschnitt selbst zeigt eine im Längendurchmesser des Knochens verlaufende concave Fläche. Diese ist halbmondförmig, dorsalwärts mit einem convexen rauhen, volarwärts mit einem concaven überknorpelten Rande versehen; am dorsalen Drittel rauh, also eine Verbindungsfläche, an den beiden volaren Dritteln überknorpelt, also eine Gelenkfläche, die in die Grube der Gelenkfläche an der S. ulnaris sich fortsetzt, davon aber durch eine abgerundete, überknorpelte Kante abgesetzt ist. Dieselbe erreicht am Uebergange ihres radialen (unteren) Schenkels, welcher in der Richtung einer krummen Linie von der Dorsal- zur Volarseite der Handwurzel verläuft, in den ulnaren (oberen) Schenkel, welcher in der Richtung einer krummen Linie von dem ulnaren Ende des Knochens zum radialen zieht, eine Breite von 6 Mm., wovon etwa 2 Mm. auf die rauhe und 4 Mm. auf die überknorpelte Partie kommen. Die halbmondförmige rauhe Partie der Fläche des Ausschnittes diente zum Ansatze eines Ligamentes des Ossiculum intermedium, die halbmondförmige überknorpelte Partie zur Articulation mit diesem Ossiculum. Abgesehen von dem Mangel des sonst am Multangulum minus articulirenden Stückes, welches den beschriebenen abnorm tiefen Ausschnitt, eine nur auf das Multangulum majus beschränkte Gelenkfläche der S. digitalis und Verschmälerung der Grube an der S. ulnaris bedingte, ist übrigens das Naviculare normal. Mit dem Radius, dem Multangulum majus und dem Capitatum musste es articulirt haben; mit dem Multangulum minus, an dem sonst das Naviculare der Norm auch articulirt, konnte es nicht articulirt haben; aber es articulirt mit dem Ossiculum intermedium und dadurch denn doch mit vier Knochen. —

b. Betrachtung des Ossiculum intermedium carpi des vierten neuen Falles eigener Beobachtung. (Fig. 1, 2. α).

Das Ossiculum intermedium (α) hat folgende Eigenschaften:

Lage: Im beschriebenen Ausschnitte des Naviculare, — wegen dieses Sitzes und seines übrigen Verhaltens aber auch, wie mit Sicherheit zu vermuthen, zwischen diesem, dem Multangulum minus und dem Capitatum, — also zwischen 3 Knochen im Centrum der Handwurzel, seinen Dorsalrand ausgenommen, versteckt, und so, dass es jenen Ausschnitt völlig ausfüllt und im Falle seiner Verschmelzung mit dem Naviculare, ein Naviculare der Norm mit Mangel des Ausschnittes am Rande zwischen der Superficies digitalis und der Grube an der S. ulnaris repräsentiren würde.

Gestalt: Eines unregelmässigen niedrigen Tetraëders mit einer radialen, hinteren, ulnaren und unteren Fläche. Die radiale Fläche — Superficies radialis s. brachialis — sieht schräg auf- und radialwärts. Sie ist länglich dreieckig (mit der Basis dorsalwärts, mit der abgerundeten Spitze volarwärts gekehrt), convex, an den oberen zwei Drittheilen überknorpelt, also eine Gelenkfläche, am unteren Drittel rauh, also eine Verbindungsfläche. Die hintere Fläche — S. posterior s. brachialis ulnaris — sieht schräg auf- und dorsalwärts, ist ebenfalls länglich — dreieckig (mit der Basis radial —, mit der Spitze ulnarwärts gekehrt), convex, an den oberen zwei Drittheilen überknorpelt, also eine Gelenkfläche, an dem unteren Drittel rauh, also eine Verbindungsfläche. Sie geht in die vorige unter einem abgerundeten Winkel, kaum durch eine abgerundete Kante geschieden über. Die ulnare Fläche — S. ulnaris — ist oval (in der Richtung des Längendurchmessers des Naviculare länger als in der entgegengesetzten), concav, ganz überknorpelt, also eine Gelenkfläche, welche die Gelenkgrube an der S. ulnaris des Naviculare vergrössert. Die untere Fläche — S. inferior s. digitalis — ist dreiseitig mit einem abgerundeten dorsalen, einem etwas hervorstehenden abgerundeten volaren und einem abgestutzten ulnaren Winkel, convex, ganz überknorpelt, also eine Gelenkfläche. Ihr radialer und dorsaler Rand sind rauh, ihr freier Rand radialwärts überknorpelt, ulnarwärts scharf und rauh. Sie hilft die S. digitalis des Naviculare vergrössern. Sie ersetzt ja den am Naviculare mangelnden ulnaren Theil seiner S. digitalis. Schmale Flächen sind: die radiale und ulnare S. bra-

chialis; breite sind: die S. ulnaris und digitalis. Die kleinste Fläche ist die radiale S. brachialis, die grösste die S. digitalis. Der rauhe Dorsalrand der S. digitalis war der einzige Theil des Ossiculum, welcher davon aus dem Centrum der Handwurzel bis auf deren Rücken hervorragen musste.

Grösse. Seine Höhe beträgt 3,4 Mm.; seine Länge in der Richtung von der Radialseite zur Ulnarseite der Handwurzel 11 Mm., dieselbe in der Richtung von der Dorsal- zur Volarseite am Radialende 9 Mm., am Ulnarende: 4 Mm.

Verbindung. Man kann annehmen, dass zur Verbindung des Intermedium mit den dasselbe umlagernden Handwurzelknochen ein Ligamentum interosseum intermedio-naviculare und ein Lig. dorsale intermedio-trapezoideum existirt habe. Das erstere Ligament musste sich an die rauhe Partie der radialen und ulnaren S. brachialis des Intermedium und an die rauhe Partie an beiden Schenkeln des Ausschnittes des Naviculare, das letztere Ligament an den am Handwurzelrücken hervorragenden Rand des Intermedium und an die Dorsalfläche des Multangulum minus (Trapezoideum) angeheftet haben. Die Gelenkflächen an beiden S. brachiales des Intermedium articuliren an den beiden Schenkeln der Gelenkfläche am Ausschnitte des Naviculare; die Gelenkfläche an der S. ulnaris des Intermedium musste rückwärts an der Radialseite der Gelenkfläche des Kopfes des Capitatum, und die Gelenkfläche an der S. digitalis des Intermedium mit der Gelenkfläche an der S. brachialis des Multangulum minus articulirt haben.

Bedeutung. Vergleicht man dieses Ossiculum mit den von mir beschriebenen drei Fällen eigener Beobachtung und mit dem von Friedlowsky beschriebenen Falle des Ossiculum intermedium carpi beim Menschen; so ergiebt sich, dass ersteres dieselbe Bedeutung haben müsse, wie letztere d. i. ebenfalls ein Ossiculum intermedium carpi sei. Es liegt, wie die Ossicula jener Fälle, im Centrum der Handwurzel u. s. w., hat zwar seine Besonderheiten, wodurch es sich von meinem zweiten und dritten Falle und dem Falle von Fried-

lowsky unterscheidet, aber gleicht fast völlig meinem ersten Falle [1]).

c. Betrachtung des rechten Naviculare, an welchem ein ganz kleines Ossiculum intermedium verwachsen sitzt. (Fig. 3, 4. a.)

Das Naviculare (a) weist am Rande zwischen der Gelenkfläche der S. digitalis und der Gelenkgrube der S. ulnaris den gewöhnlichen, aber in diesem Falle seichten Ausschnitt auf. In der Mitte desselben ist aber noch ein ganz kleiner, auf Kosten des Volartheiles des ulnaren Endes der Gelenkfläche der S. digitalis und der entsprechenden Partie der Gelenkgrube der S. ulnaris gebildeter Nebenausschnitt zu sehen, welchen das Ossiculum intermedium einnimmt, das mit den seinen drei radialen Vierteln mit dem Naviculare, an jenem Nebenausschnitt, schon verwachsen sitzt. Der Nebenausschnitt giebt sich in der S. ulnaris des Naviculare durch eine gekrümmt verlaufende, deutliche und tiefe Ritze, an der S. digitalis aber durch eine gekrümmt und geschlängelt verlaufende ganz feine lineare Furche kund, welche wie eine in Verwachsung begriffene Sutur aussieht.

d. Betrachtung des Ossiculum intermedium carpi des fünften neuen Falles eigener Beobachtung. (Fig. 3, 4. α).

Lage. Im beschriebenen Ausschnittchen des Naviculare, frei mit seiner ulnaren Spitze, verwachsen mit den radialen drei Vierteln seiner S. brachialis und, wie zu vermuthen, versteckt im Centrum der Handwurzel, zwischen dem Naviculare, Multangulum minus und Capitatum.

Gestalt. Eines halbmondförmigen Körperchens mit einer dorsalwärts gekehrten, gekrümmten S. brachialis, die mit dem Naviculare am grösseren Theile seines genannten Ausschnittchens schon verwachsen ist, mit einer überknorpelt gewesenen, convexen S. digitalis, einer überknorpelt gewesenen concaven S. ulnaris, und einem überknorpelt gewesenen, freien und aus-

1) Siehe dieses Archiv 1869. a. a. O.

gebuchteten Volarrande. Seine S. digitalis vergrössert die Gelenkfläche der S. digitalis des Naviculare, seine S. ulnaris verbreitert die Gelenkgrube der S. ulnaris. Durch seinen überknorpelten, freien Rand geht die S. digitalis in die S. ulnaris über.

Grösse. Es hat eine Länge von 4·5 Mm., eine Breite von 2 Mm. und eine Dicke bis 2 Mm.

Verbindung. War in früherer Zeit entweder durch eine Art Synchondrose oder durch ein Lig. intermedio-naviculare mit dem Naviculare verbunden, wie vermuthet werden kann.

Bedeutung. Gleicht dem Ossiculum intermedium carpi meines 1. und 4. Falles eigener Beobachtung, abgesehen von der Gestalt, die eine von der jener Fälle verschiedene ist; ist also auch ein Intermedium carpi.

Mir ist somit das Ossiculum supernumerarium carpi beim Menschen, welches dem Intermedium s. Centrale carpi gewisser Säugethiere analog ist, binnen 5 Jahren fünfmal, und in diesem Zeitraume, so viel ich weiss, auch Friedlowsky einmal zur Beobachtung gekommen. Wenn dieses Ossiculum, seit man in zwei grossen Anstalten nach ihm suchte, binnen 5 Jahren sechsmal angetroffen werden konnte, so ist sein Vorkommen nicht mehr als eine grosse Seltenheit zu betrachten. Es ist zu vermuthen, dass dieses, eine beim Menschen bisweilen noch erhaltene constante Bildung bei gewissen Thieren repräsentirende und dadurch merkwürdige Handwurzelknöchelchen auch in Zukunft noch öfters zur Beobachtung kommen werde, falls man sich nur bemühe, darnach zu suchen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Linkes Naviculare mit einem an ihm hängenden Intermedium — vierter Fall eigener Beobachtung. — Ansicht von der Superficies digitalis beider.)

Fig. 2. Dieselben Knochen. (Ansicht von der Superficies ulnaris.)

Fig. 3. Rechtes Naviculare mit einem an ihm verwachsen sitzenden Intermedium — fünfter Fall eigener Beobachtung. — (Ansicht von der Superficies digitalis beider.)

Fig. 4. Dieselben Knochen (Ansicht von der Superficies ulnaris.)
a. Navicularia α Intermedia.

Ueber die Nervenendigungen im grossen Netz.

Von

Dr. Finkam

in Göttingen.

Die Nerven der serösen Häute sind nur noch wenig erforscht und hatte man bis in die neueste Zeit nur Kenntniss von den Gefässnerven. Im Jahre 1868 beschrieb Cyon[1]) den genaueren Verlauf der Nerven in der Scheidewand zwichen Bauchhöhle und cysterna magna lymphatica des Frosches. Bei der bis dahin so wenig genauen Kenntniss über den Verlauf der Nerven in den serösen Häuten war die Entdeckung von Frankreich aus, durch Jullien, um so erfreulicher, als er nicht allein den Verlauf der Nerven einer serösen Haut, noch mehr, da er auch ihre Endigungen nachgewiesen zu haben glaubte und zwar im omentum majus des Menschen. Als die bereits erwähnte Schrift von Jullien[2]) mir zu Händen gekommen war durch die gütige Vermittelung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Professor Krause, beschloss ich, mich von den darin auseinandergesetzten interessanten Thatsachen über den Nervenverlauf und die Nervenendigungen im grossen Netz des Menschen zu überzeugen.

---

1) Cyon: über die Nerven des Peritoneum. Berichte über die Verhandlungen der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. Mathemathisch physikalische Classe. Jahrgang 1868. Leipzig 1869.

2) Contribution à l'étude du peritoine, ses nerfs et leurs terminaisons pur Louis Jullien. Paris 1872.

Die Netze, welche zur Untersuchung verwandt wurden, waren von Leichen genommen, welche von der chirurgischen Abtheilung hiesigen Hospitals zur Section kamen und pathologische Veränderungen nicht zeigten.

Die Behandlungsmethoden, welche angewaudt wurden, waren die bekannten: Silber, Gold, verdünnte Säuren u. s. w. Sie waren nicht im Stande, mich auch nur in einem Falle von dem Vorkommen doppelt contourirter Nervenfasern zu überzeugen. Selbst die gelungensten Präparate mit Chlorgold, die in einem Moment untersucht wurden, in welchem die Nerven allein erst sich deutlich gefärbt hatten, zeigten nur blasse Fasern. Auch diese blasse Fasern sind im Netz des Menschen nur spärlich vorhanden; nur in der Nähe der stärkeren Gefässe treten feine Bündel auf und bleiben auch in ihrem weiteren Verlauf den Gefässen benachbart. Während ihres Verlaufs gehen sie mehrere dichotomische Theilungen ein, deren Theilungsäste nur sehr selten anastomsiren. Die Theilungsäste setzen, die einen in der Richtung des Hauptgefässstammes ihren Weg fort, die anderen schliessen sich einem Gefässzweige des Hauptstammes an, an einer andern Stelle entfernte sich bei der Theilung ein Theilungsast von dem Gefässe, um nach kürzerem oder längerem geradlinigen Verlauf in dem Gewebe sich einem anderen Gefässe in seinem Verlauf anzuschliessen. Nachdem endlich durch wiederholte Theilung die feinsten Fasern entstanden, welche jedoch immer noch mehrere Primitivfibrillen enthielten, liessen sich diese Fasern durch mehrere Gesichtsfelder weiter verfolgen ohne weitere Veränderung. Nachdem auf diesem Wege eine solche Faser wiederholt unter dem von ihr begleiteten Gefässe verschwunden war, um aber jedesmal an der anderen Seite des Gefässes wieder hervorzutauchen, trat sie wiederum unter das Gefäss, um sich dann für immer der Beobachtung zu entziehen, oder sie hörte in der Nähe des Randes des Präparats auf. Dasselbe Bild, dieselben Verhältnisse lieferten verschiedene Präparate desselben Netzes und verschiedener Netze, dasselbe unbefriedigende Resultat in Bezug auf die Nervenendigungen ergab sich bei allen Behandlungs-

methoden der Präparate: sämmtliche zur Beobachtung kommenden Fasern waren Gefässnerven.

Diese Beobachtungen stimmen mit den Beobachtungen in der oben erwähnten Schrift von Jullien nicht überein. Da jedoch bei meinen Untersuchungen ausser anderen Methoden der Behandlung auch die von Jullien angegebene Methode (S. 8.) angewandt ist, durch welche Jullien die besten Resultate erzielt haben will, so liegt der Grund davon, dass die Resultate vorliegender Arbeit andere geworden sind, als die von Jullien angegebenen, wohl nicht in der Art der Behandlung der Präparate.

Wenn nun jetzt angegeben werden soll, inwiefern die Resultate vorliegender Arbeit mit den von Jullien angegebenen Resultaten übeinstimmen und wo nicht, so wird es am besten sein, in diesem Vergleich denselben Weg einzuschlagen, den Jullien bei der Beschreibung des Verlaufs der Nerven eingeschlagen hat, also erst das von Jullien beschriebene Verhalten des Nervenstammes, dann das der Verzweigung, und endlich seine Nervenendigungen zu berücksichtigen.

Von den Nervenstämmen behauptet Jullien, dass sie aus Bündeln von mehreren Fasern bestehen, dass sie die Gefässe begleiten, im ganzen geradlinig verlaufen, viele Zweige abgeben und wenig anastomosiren; Befunde, mit denen die Resultate vorliegender Untersuchung übereinstimmen, und kann in dieser Beziehung auf die vorhin gemaehten Angaben verwiesen werden. Aus diesen Bündeln gehen nach Jullien, theils nach wiederholter Theilung, theils direct blasse Fasern hervor von 0,002—0,003 Mm. Durchmesser. Auch dieses stimmt mit den Resultaten vorliegender Beobachtung überein. An diesen blassen Fasern will Jullien in regelmässigen Abständen eine Ausbuchtung bemerkt haben in Form eines wirren Büschels: (De distance en distance le cordon présente un renflement, renflement fusiforme, mesurante 5 à 6 millièmes de millimetre). Hier beginnt eine Abweichung meiner Beobachtungen: An diesen blassen Fasern konnte ich nie eine Anschwellung beobachten, wenigstens nicht im Sinne Jullien's. Verdickungen zwar zeigt diese Faser in gewissen Abständen wie über-

all bei ihrem Vorkommen, Verdickungen, welche aber durch nichts anderes bedingt sein können, als durch die in gewissen Abständen im Neurilem dieser Faser vorkommenden Kerne, die bei recht intensiver Einwirkung der Goldfärbung wohl das Bild geben können, als ob sie gleichbedeutend mit der Nervenfaser selbst seien. Vielleicht jedoch lassen sich die von Jullien angegebenen Anschwellungen als die ebenso bekannte Thatsache auffassen, das die feinen Fasern der blassen Nerven durch gewisse Behandlungsweisen zarte, varicöse Anschwellungen erkennen lassen. Nach Jullien theilen sich oft im weiteren Verlauf die blassen Fasern im Niveau einer oben angegebenen Anschwellung und giebt diese Theilungsstelle das Bild eines kleinen Ganglion mit drei Ausläufern. Diese Ausläufer bilden bald reichliche Netze, bald weite Bogen um eine Jnsel von Fettzellen. Bei der genauen Untersuchung der verschiedensten Präparate bei der verschiedensten Behandlung ist mir die Ueberzeugung geworden, dass ein derartiges Nervengeflecht mit den erwähnten ganglionären Theilungen im Peritoneum des Menschen nicht existirt, und muss ich daher annehmen, dass Jullien sich hier eine Verwechselung mit anderen Gewebselementen hat zu Schulden kommen lassen, und zwar mit elastischen Fasern. Die von Henle mit dem Namen Kernfasern bezeichneten Fasern, deren Unabhängigkeit von dem Kern Henle selbst später nachwies, die sich jedoch im Verlauf der Zeit den verschiedensten Deutungen unterziehen mussten, sind es, die sich in der Schrift von Jullien wieder einer neuen Deutung erfreuen, hier zur Bedeutung von Nervenfasern avanciren. Diese Fasern gaben in einem mit Silber behandelten Präparate dasselbe Bild der Dreitheilung, dann dasselbe reichliche Netzgeflecht und zeigten im Verlauf des Stammes an mehreren Stellen die vorher erwähnten Anschwellungen von Jullien, d. h. den Kern, über oder an dem sie nach Henle's späterer Ansicht hinweglaufen. Je weiter man nun mit Jullien in seiner Beschreibung die Nerven verfolgt, desto mehr muss man die Richtigkeit der von ihm aufgestellten Befunde verneinen. Zwischen den eben erwähnten fibres pâles und den sogleich zu erwähnenden Endapparaten tritt nach

Jullien die Fibrille auf, welche bald länger, bald auf eine kurze Strecke reducirt ist und sich direct in das nervöse Endorgan fortsetzt. Dieses Endorgan besteht aus einem birnförmigen Gebilde, mit weniger stark lichtbrechender Kapsel und homogenem, stark gefärbten Inhalt; die Kapsel setzt sich am Ende dieses Gebildes noch fort in einen Faden, welcher beinahe denselben Durchmesser hat als die Fibrille; in diese Fortsetzung geht auch die Marksubstanz über. Nach einer Länge von 0·01—0·03 Mm. buchtet sich diese Faser von Neuem aus in Form einer sphärischen oder pyramidalen Knospe, mit der Basis nach vorn. So Jullien. Nach vorliegenden Untersuchungen muss das Vorkommen der Fibrille und des nervösen Endapparats durchaus in Abrede gestellt werden und muss leider auch in dieser Beziehung behauptet werden, dass eine Verwechselung hier stattgefunden habe. Welches Gebilde Jullien für den Nervenendapparat gehalten hat, lässt sich mit Sicherheit nur sehr schwer sagen. Im Verlauf dieser Beobachtungen fanden sich jedoch Bilder, welche den Abbildungen Jullien's (a. a. O.), was die Form anbetrifft, sehr nahe verwandt, nach unserer Ansicht auch identisch sind.

Ein Stück des Netzes, welches in eine 0·25 %ige Lösung von Argentum nitricum gelegt wurde, wurde in dieser Lösung 24 Stunden liegen gelassen. Bei der Untersuchung fanden sich in mehreren Präparaten zellige Gebide, auf welche ich bis dahin bei den übrigen zweckmässigeren Behandlungsmethoden nicht gestossen war. Das Zellprotoplasma war durch das Agens braun gefärbt und zeigten sich die Zellen in zwei Grundformen, die jedoch für gleichbedeutenden Ursprungs zu halten sind. Die eine Grundform näherte sich der Sternform; von einem kleinen centralen Theile gingen vier spindelförmige, in geringem Grade S-förmig gebogene Ausläufer aus; die andere Form zeigte eine gestreckte spindelförmige Zelle mit zwei Ausläufern, von denen der eine geschlängelt verlief und spitz ausging, der andere in einer geringen kolbigen Anschwellung endete und kürzer war. Eine andere Zelle fand ich, die demselben Typus angehörte, an der aber die beiden Ausläufer fehlten, an diese Zelle trat ein Capillargefäss heran

und verschwand kurz vor ihr in der Tiefe, dieses Bild verdient erwähnt zu werden, da es später besonders berücksichtigt werden muss. Diese Zellen haben unserer Ansicht nach für das Netz des Erwachsenen keine Bedeutung mehr, wir haben sie stets isolirt im Gewebe ohne jeden Zusammenhang gefunden und glauben, dass diese Zellen der Entwickelungsgeschichte der bindegewebigen Netzplatte angehören. Nach Reichert[1]) und Kölliker[2]) haben die bei der Entwickelung des Bindegewebes in der ursprünglichen Grundsubstanz auftretenden Spindelzellen nichts mit der Bildung der Bindegewebsfibrillen zu thun, sondern persistiren als Zellen in etwas verkümmertem Zustande fort. Zu demselben Resultate gelangt auch Rollet bei seinen Untersuchungen über die Entwickelung des Bindegewebes im Netz.[3]) Mit den von Rollet abgebildeten Spindelzellen (a. a. O. Fig. 5) eines fünfmonatlichen Embryo, die bereits in regressiver Metamorphose begriffen seien, haben die eben beschriebenen Zellen die grösste Aehnlichkeit. In den oben angeführten Formen der spindelförmigen Zellen wird man die von Rollet abgebildeten Zellen sofort wiedererkennen. Was nun die sternförmige Zelle angeht, so ist auch diese mit den von Rollet abgebildeten Zellen für gleichwerthig zu halten. Nach Rollet (a. a. O.) können die erwähnten Spindelzellen auch Theilungen eingehen und bildet Rollet eine solche Zelle ab mit getheiltem Fortsatz nach der einen und einem Ausläufer nach der anderen Seite hin. Denken wir uns eine Zelle mit getheiltem Fortsatz nach beiden Seiten hin und diese durch regressive Metamorphose verkürzt und die Zelle mehr und mehr reducirt, vie es von Rollet angegeben wird, dass es schon während des embryonalen Lebens vor sich geht, so wird daraus die von uns oben angegebene Form resultiren.

---

1) Beiträge zur vergleichenden Anatomie etc. S. 108.

2) Neue Untersuchungen über die Entwickelung des Bindegewebes 1861. Gewebelehre 1867. S. 76.

3) Rollet: Entwickelung des Bindegewebes. Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen und der Thiere S. 61 u. s. w.

Nach einer anderen Ansicht (W. Krause, 1871), nach welcher das Bindegewebe, die Bindegewebsfibrillen Ausläufer der embryonalen Spindelzellen sind, wären die oben beschriebenen Zellen als Hemmungsbildungen aufzufassen, als junge Bindegewebszellen, welche schon früh auf einer embryonalen Entwickelungsstufe stehen geblieben sind.

Die zweite Form der oben beschriebenen Zellen ist es nun, welche mit dem von Jullien abgebildeten nervösen Endapparate (Jullien S. 14) die grösste Aehnlichkeit hat, nach den Resultaten dieser Untersuchungen gleichwerthig mit demselben ist. Man brauchte vielleicht nur mit einer etwas vorgefassten Meinung dieses durch die Färbung dunkele Bild zu betrachten, welches ausserdem einer besonderen Erklärung bedurfte, um dasselbe als nervös passiren zu lassen. Nimmt man nun das bereits oben erwähnte Bild der Kernfasern zu Hülfe und lässt im Verlauf dieser die eben erwähnte Zelle auftreten, so haben wir das von Jullien entworfene Bild über den Verlauf der Nerven mit ihren Endigungen vollständig.

Es erübrigt hier noch ein anderes Bild zu erwähnen, welches sich in einem mit Essigsäure behandelten Präparate vom Netz des Schweines fand. Aus einem Gefäss kleinen Kalibers, welches eine Gruppe von Fettzellen bogenförmig umkreiste, ging ein Capillargefäss hervor; dieses trat an eine in einiger Entfernung gelegene Fettzelle und verschwand unter ihr. Es scheint vielleicht sehr gesucht und unwahrscheinlich, Jullien eine Verwechselung dieses Bildes mit einem Nerven und einer Nervenendigung supponiren zu wollen. Wenn man jedoch bedenkt, dass die Fettzellen sich in Chlorgold intensiv dunkel färben, ebenso die Gefässe; ferner, dass die Capillargefässe im Oment. majus überall einen viel gestreckteren, längeren Verlauf nehmen, als an anderen Körperstellen, so dass hier eine grössere Aehnlichkeit zwischen dem Verlauf der Nerven und der Capillaren besteht; ferner, dass Jullien an der oben erwähnten Stelle über den Verlauf der blassen Fasern besonders anführt, dass sie oft einen vollständigen Bogen bilden um eine Gruppe von Fettzellen; ferner, wenn man in Betracht zieht, wie sich Jullien über die Aehnlichkeit der Färbung

der Gefässe und Nerven durch Chlorgold ausspricht (. . . la préparation ne tarde pas à se silloner de réseaux pourpres, où l'élément nerveux tient une large place. Il n'est pas exact de dire, qu'il y soit isolé d'une façon complète; car nous avons constamment vu les éléments vasculaires colorés presque de la même façon. Il est pourtant mis en relief; on l'aperçoit, il ne reste plus qu'à le diagnostiquer), so ist die Möglichkeit einer solchen Verwechselung gar nicht so fern liegend und zur Wahrscheinlichkeit dadurch erhoben, einmal, dass die von Jullien angegebenen Formen während der ganzen Untersuchung nicht einmal an wirklichen Nervenfasern gesehen wurden, ferner, dass das oben angeführte Bild dieselbe Form hat, als die eine von Jullien als Nervenendigung abgebildete Figur (a. a. O. S. 14).

Da die Untersuchung des Netzes betreffs der Nerven, wenigstens in Bezug der von Jullien gemachten Angaben, nur negative Resultate geliefert hatte, so stiessen mir auch einige Zweifel auf über die vom Dr. Cyon gemachten Angaben über die Nerven im Peritoneum des Frosches, da, wo dasselbe die Bauchhöhle von der cysterna magna lymphatica trennt (a. a. O.), da es doch bis jetzt eine für sich allein dastehende Thatsache ist, Nerven im Gewebe einer serösen Haut selbst enden zu sehen. Jedoch bot die Genauigkeit der Beschreibung von Cyon von vorn herein die grösste Garantie für die von ihm angegebenen Befunde. Die weitere Untersuchung liess nicht lange die Richtigkeit bezweifeln und glaube ich, gleich hier sagen zu müssen, dass ich von der vollständigen Richtigkeit der Befunde, welche Cyon mittheilt, um so mehr überzeugt wurde, je länger die Untersuchung des genannten Theiles des Peritoneum des Frosches fortgesetzt wurde. Was Vorkommen, Verlauf, Theilung und Plexusbildung, was die Structur der Nerven jener Region anbetrifft, glaube ich daher nichts hinzufügen zu müssen uud in dieser Beziehung auf die bereits mehrfach erwähnte Schrift von Dr. Cyon verweisen zu können. Im Beginn der Untersuchung überraschte das reichliche Vorkommen der Nerven an dieser Stelle, so dass die Frage nahe lag, ob diese Nerven überhaupt bestimmt seien für das Peri-

toneum, oder nur im Peritoneum verliefen und einem tiefer gelegenen Organe angehörten? Bei der weiteren Untersuchung konnte es jedoch keinem Zweifel unterliegen, dass sie in jener Region ihren Bestimmungsort hatten. Dafür sprach die von Cyon angegebene reichliche Plexusbildung; ferner fand sich bei der Untersuchung zur Entscheidung dieser Frage, dass das Vorkommen der Nerven mehr und mehr seltener wurde, je weiter nach abwärts von der bezeichneten Stelle man sich bei der Untersuchung begab; überzeugt von dieser Ansicht wurde ich dadurch, dass auch ich in einem mit Chlorgold behandelten Präparate wirkliche Endigungen der Nerven gesehen zu haben fest der Ansicht bin. Ohne einen besonderen Endapparat endigten die feinen marklosen Fasern sich zuspitzend, nachdem sie sich nach einer letzten Theilung noch eine Strecke weit hatten verfolgen lassen. Es muss jedoch bemerkt werden, dass sich diese Endigungen nur in vereinzelten Fällen fanden. Wenn häufiger Bilder vorkamen, welche eine weitere Verfolgung der feinen Fasern unmöglich machten, sei es, dass vielleicht die Faser in die Tiefe ging, oder unter einer Pigmentzelle verschwand u. s. w., so können diese Verhältnisse von den wahren oben angegebenen Endigungen ausgeschlossen werden. In einem Falle fanden sich vor einer zugespitzt endigenden Faser, in der fixirten Fortsetzung ihres Verlaufs Kerne in mehreren parallel verlaufenden Reihen, von denen jede 4—5 Kerne enthielt. Diese Kerne hatten nicht die Form der Endothelkerne, sondern waren kleiner und näherten sich mehr der runden Form. Ob und wie diese Kerne mit den Nerven in irgend welcher Beziehung standen, darüber konnte ich keinen Aufschluss erhalten. Ebenso gaben die vorgenommenen Untersuchungen keine Erklärung, ob und wie diese Nerven mit irgend einem Elemente in Zusammenhang stehen. Da die Untersuchung des Peritoneums des Frosches ergab, dass nach abwärts von der genau untersuchten, oben bezeichneten Stelle die Zahl der Nerven sowohl abnahm, als die Zahl der dort vorkommenden grossen, unregelmässig sternförmigen Pigmentzellen, so lag die Frage nahe, ob nicht die Nerven mit diesen Zellen in irgend welcher Beziehung ständen? Eine

Nervenfaser lief oft auf eine Pigmentzelle zu, trat aber in den meisten Fällen auf der entgegengesetzten Seite wieder auf, um ihren Weg weiter fortzusetzen. Aber auch in den Fällen, in welchen die Faser unter einer Zelle verschwand, konnte nie der Uebergang der Fasern in eine Pigmentzelle nachgewiesen werden, konnte man in keinem Falle etwa einen Zellenfortsatz als nervösen erkennen, und kann man sich daher nach vorliegenden Untersuchungen nicht für den Zusammenhang der Nerven mit den Pigmentzellen entscheiden. Möglich wäre es, dass der bestimmten Stelle des Peritoneums des Frosches eine Bedeutung anderer Art, als die einer serösen Haut zuzuschreiben wäre wegen der hier vorkommenden Flimmerzellen und dass zu diesen die Nerven in irgend welcher Beziehung ständen, obwohl die Angabe Cyon's „die unbeständigen Gruppen der Flimmerzellen veranlassen sicher keine Abweichung in der Vertheilung der Nerven, ihre An- oder Abwesenheit bedingt keine Verschiedenheit im Reichthum des Nervenplexus“ dagegen spräche. Vielleicht könnte man auch noch daran denken, dass die Wandung der Cysterna magna lymphatica des Frosches Muskelfasern enthielte, und die beschriebenen Orts so reichlich vorkommenden Nervenfasern ihre Bestimmung darin fänden, diese zu versorgen. Für den wirklichen Zusammenhang der Fasern mit einem dieser Gebilde lassen sich jedoch Beweise nicht vorführen, und muss der Thatbefund als ein bis jetzt nur so zu erklärender hingestellt werden, dass man annimmt, es sei hier eine embryonale Bildung: Geschlechts-Epithel, aus dem sich zum Theil das Ovarium gebildet hat, beim erwachsenen Thier persistirend.

Den erwähnten Uebereinstimmungen mit Cyon's Befunden über die Nerven im Peritoneum des Frosches muss jedoch hier angereiht und hervorgehoben werden, dass nach den vorliegenden Untersuchungen die doppeltcontourirten Nervenfasern, welche Cyon aus dem Netz des Kaninchens und Meerschweinchens beschreibt, nicht als solche anerkannt werden können, sondern dass hier auch Cyon eine Verwechselung mit den Capillargefässen supponirt werden muss, deren Verlauf über grosse Strecken Cyon nicht zu kennen scheint.

Was nun endlich die Beobachtungen von Inzani[1]) anlangt, die zu Jullien's Arbeit Veranlassung gaben, und der ähnliche Nerven-Endapparate mit Hülfe von Chlorgold am Cornealrande, in der Conjunctiva, Schleimhaut der Sinus frontalis und maxillaris, in der Niere, Leber u. s. w. nachgewiesen haben will, so geht zunächst aus einer Vergleichung der Zahlenangaben Inzani's in Betreff der Grösse seiner Nervenkapseln mit den zugleich abgebildeten Capillargefässen hervor, dass erstere durch Druck- oder Schreibfehler um das Zehnfache zu gross ausgefallen sind. Es handelt sich an den ersteren Orten einfach um vergoldete Hornhautkörperchen resp. Bindegewebszellen und nicht etwa um Endkolben, die so leicht aufzufinden sind (W. Krause), wenn man genau die bekannten Vorschriften befolgt, einen ganzen menschlichen Bulbus in 2—3 %ige Essigsäure legt, sich unmittelbar an den Cornealrand hält und die Conjunctiva, so weit sie hier sehr fest sitzt, mit der Scheere vom subconjunctivalen Bindegewebe los präparirt, vorsichtig das Epithel entfernt und die Conjunctiva mit ihrer freien Oberfläche nach oben gekehrt unter Wasserzusatz mit Mikroskopen untersucht, die nicht zu kleine Gesichtsfelder haben.

---

1) Recherches sur la terminaison des nerfs dans les muqueuses des sinus frontaux et maxillaires; traduit par Jullien. Paris, Delahaye. 1872.

Ueber die Entwickelung der elastischen Fasern im Netzknorpel.

Von

Dr. R. Deutschmann
aus Liegnitz.

(Hierzu Taf. XIV.)

Vorliegende Untersuchungen über die Entwickelung der elastischen Fasern und zwar speciell im Netzknorpel, sind durch Herrn Professor Gerlach angeregt, der an meiner Arbeit das lebhafteste Interesse nahm und mir in zuvorkommendster und liebenswürdigster Weise stets mit Rath und That zur Hand ging. Dafür meinen herzlichsten Dank! —

Um das erste Auftreten elastischer Faserelemente im Knorpelgewebe gut verfolgen zu können, bediente ich mich eines Knorpels, der zum Theil hyalin ist, zum Theil elastischfaserig ist und es im Begriff ist zu werden, von dem also mit Sicherheit zu erwarten war, dass er auch Anfangsstadien elastischer Elemente aufweisen würde: nämlich des Arytaenoidknorpels, und zwar vom Ochse und Kalbe.

Ich entnahm von den Grenzstellen des hyalinen- und Netzknorpels feine Längsschnitte. Den Knorpel untersuchte ich sowohl frisch, als auch solchen, der in doppelt chromsauren Kali aufbewahrt war; die Resultate meiner Untersuchungen waren bei beiden durchaus dieselben; die Aufbewahrungsflüssigkeit hatte nicht den geringsten Einfluss auf die Präparate ausgeübt.

Im Ganzen eignete sich der Arytaenoidknorpel des

Ochsen besser zur Untersuchung, als der des Kalbes, weshalb ich mich später vorzüglich an ersteren gehalten habe.

Sowohl der besseren Uebersicht und Deutlichkeit wegen, als auch um zur Erledigung einer Frage beizutragen, die ich fast nirgends in der Literatur erwähnt fand, nämlich über das Verhalten der elastischen Fasern zu färbenden Substanzen, legte ich die zu diesem Zwecke so fein als möglich angefertigten Schnitte in eine schwach saure Carminlösung.

Alles was bisher über die Färbung der elastischen Fasern des Netzknorpels mitgetheilt wurde, bezieht sich auf solche Substanzen, die wenig zu gleichem Zwecke, nämlich dem der Färbung, angewendet zu werden pflegen. So erwähnt O. Hertwig,[1]) dass nach ein- bis zweistündiger Behandlung der Schnitte mit 1 pCt. Ueberosmiumsäurelösung die elastischen Fasern sich stark gelbbraun färbten; weiter giebt er an, dass das in Wasser lösliche Anilinblau besonders stark die elastischen Netze des Ohrknorpels färbe. Rabl-Rückhard sagt, dass die feinen elastischen Fasern durch Jodlösung eine dunklere Färbung annehmen. Niemand aber beschrieb bisher das Verhalten der elastischen Fasern des Netzknorpels zu unserem gebräuchlichsten und einfachsten Färbemittel, dem Carmin.

Deshalb glaube ich anführen zu müssen, was ich in Bezug auf diese letztere Frage für Resultate gewonnen habe.

Ich legte also die feinen Schnitte vom Arytaenoidknorpel des Ochsen und Kalbes in schwach saure Carminlösung und liess sie verschieden lange Zeit, 18—24 Stunden, darin liegen.

Schon bei der Untersuchung derjenigen Schnitte, die nur 18 Stunden oder noch nicht einmal so lange in der Carminlösung gelegen hatten, zeigten sich die elastischen Fasern hellrosa bis zu dunklerem roth gefärbt, ein Verhalten, das, wie ich früher angenommen hatte, nur den Zellen des Knorpels zukäme.

Je feiner die Fasern waren, desto stärker war ihre Färbung, die stärkeren Stämme waren weniger intensiv gefärbt.

---

1) M. Schulze's Archiv f. mikrosk. Anatomie; Bd. IX. S. 80.

Diese Tingirung der elastischen Fasern mit Carmin war durchaus nicht etwa eine aus niedergeschlagenen Carminkörnchen bestehende, sondern eine diffuse, ganz gleichmässig durchsichtige Färbung.

Ich komme später auf diese Erscheinung und ihre mögliche Erklärung zurück, indem ich sie am Schluss dieser Abhandlung noch einmal genauer berücksichtigen werde.

Soviel indess zur Einleitung über das Verhalten der elastischen Faserelemente des Netzknorpels; es war das Erste, was mir bei der Untersuchung als nicht gehörig bekannt vorkam.

Eine ganz neue auffallende Erscheinung aber waren mir die Bilder, welche die zelligen Elemente des Knorpels darboten.

Was zunächst die Knorpelkapsel betrifft, die ich, nach der jetzt wohl allgemein adoptirten Ansicht, als modificirte peripherische Protoplasmaschicht des Zellprotoplasmas der Knorpelzelle selbst ansehe, so zeigte sie an den Stellen, wo die feinsten Anfänge der Faserung des Knorpels begannen, dass heisst, wo derselbe zum grösseren Theil hyalin war, und nur eben feinere und feinste elastische Fasern auftraten, einen eigenthümlichen, mehr oder weniger glänzenden, helleren oder dunkleren, gegen die umgebende hyaline Substanz sich scharf abhebenden Contour. Bei genauer Betrachtung zeigte sich dieser Contour in einzelnen Fällen bestehend aus einer feinen, diffus erscheinenden Körnung, wie Fig. 1 zeigt, in andern Fällen aus mehr regelmässig angeordneten, in concentrischen Schichten der Zelle anliegenden Körnchen (Fig. 2.); in wieder anderen Fällen aus kürzeren oder längeren, verschieden starken Streifen, die radienartig, wie Strahlen, von der Zelle auszugehen schienen. Unter diesen Streifen waren auch einige, die nicht als continuirliche Streifen die ganze Breite des Contours ausmachten, sondern zum Theil durch Körnchen in ihrer Continuität unterbrochen waren. Ferner erschienen Zellen, bei denen ein Theil des Contours die eben erwähnte Radiärstreifung zeigte, ein anderer Theil aber sich als feinfaserig documentirte (Fig. 3 u. 5 a). Schliesslich gab es auch Zellgebilde, an denen alle drei Bestandtheile den Contour zusammensetzten:

Körnchen, Streifchen und Fasern (Fig. 3). Einmal aufmerksam auf diese Erscheinung geworden, fand ich dann auch unendlich viel derartige Zellgebilde in allen beschriebenen Zuständen.

Dabei machte ich aber noch folgende andere Beobachtungen, die das ganze Zellprotoplasma der Knorpelzellen dieser Gegend betreffen.

Ebenso wie die modificirte Protoplasma-Grenzschicht der Zelle, die Knorpelkapsel, befand sich auch das ganze Zellprotoplasma innerhalb der Kapsel in den verschiedensten Zuständen.

Da waren Zellen, deren Protoplasma ebenfalls diffus feinkörnig erschien, und zwar in seiner ganzen Ausdehnung (Fig. 3 u. 4a); ferner Zellen, bei denen nur ein Theil des Protoplasmas diffus feinkörnig war (Fig. 2 u. 6), ein anderer Theil völlig unverändert normal; andere Zellen, bei denen die Körnung nicht diffus war, sondern eine Art längsstreifiger Anordnung zeigte, das heisst, die Körnchen waren der Hauptrichtung nach, nach der Länge der Zelle, das ist, nach ihrem grössten Durchmesser an einander gereiht; weiter sehr viele Zellen, die eine vollständige Faserung zeigten, neben zugleich in einzelnen Abschnitten bestehender Körnung (Fig. 4); endlich solche, die vollkommen aus Fasern bestanden, die mit einander anastomosirten, sich schlängelten, kurz ihrem Aussehen nach sich durchaus nicht von den feineren elastischen Fasern unterschieden (Fig. 5a). Die Fasern lagen theils der Länge der Zelle nach ziemlich parallel, in anderen Zellen freilich auch von einer Stelle derselben radiär pinselförmig ausstrahlend (Fig. 5b).

Derjenige, welcher zuerst auf eine Körnchen-Ablagerung im Netzknorpel hinwies, war Rabl-Rückhard.[1])

Er erwähnt, dass er das Auftreten einer körnigen Ablagerung im Netzknorpel mancher Thiere neben ausgebildeten elastischen Fasern gefunden habe.

„Diese körnigen Stellen zeigen sich meist in gewisser Entfernung von den Zellen, indem sie ein hyalines, nicht scharf abgegrenztes Gebiet um Zellen oder Zellgruppen freilassen."

---

1) Dies Archiv. Jahrgang 1863.

Er spricht immer hauptsächlich von einer Ablagerung kleiner, dicht stehender, bräunlich gelber Körner und Kügelchen, die man ebenso gut für den Ausdruck einer feinkörnigen Fettablagerung halten könnte, oder vielleicht für Erweichungsstellen, die einer Höhlenbildung vorangingen. Indess, sagt er selbst, sei es ihm nicht gelungen, durch Anwendung von Aether das vermeintliche Fett völlig zu entfernen. Für schwierig hält er die Entscheidung gerade am Arytaenoidknorpel des Rindes, da man bei oberflächlicher Betrachtung der hier gewonnenen Bilder zu dem Glauben verleitet werden könne, die körnige Ablagerung sei ein Vorstadium der Faserbildung. Er hält es für berechtigter, eine unmittelbare Ablagerung der elastischen Fasern als solcher in die vorher völlig hyaline Grundsubstanz anzunehmen, besonders, da es ihm nie gelungen sei, Uebergangsstadien von Körnchen in Fasern nachzuweisen. Seinen Schlusssatz spricht Rabl-Rückhard endlich folgendermassen aus:

„Jeder Netzknorpel ist in der Anlage hyalin; die elastischen Fasern erscheinen in dieser so beschaffenen Grundsubstanz und entwickeln sich hier nicht aus Zellen, weder aus vorhandenen, noch sich neu bildenden. Auch ist nicht nachweisbar, dass sie aus einzelnen, kleinen, später zu Fasern zusammenfliessenden Körnchen entstehen, sondern sie erscheinen gleich anfangs als Fasern, die sich mit ihrer weiteren Entwickelung mehr und mehr verzweigen, Anastomosen bilden und an Dicke zunehmen, in allen Fällen durch Umwandlung eines Theils der hyalinen Grundsubstanz selbst."

Dieser Meinung schliesst sich auch Kölliker an.

Rabl-Rückhard sowohl, als auch Kölliker sind also der Ansicht, dass jeder Netzknorpel hyalin angelegt werde. Auch diese noch streitige Frage soll später etwas eingehend behandelt werden; denn gerade zu solcher Untersuchung eignet sich der Arytaenoidknorpel. Wenigstens war dieser Umstand ein Hauptgrund zur Wahl gerade dieses Untersuchungsobjectes. Denn hier bestehen Netz- und hyaliner Knorpel nebeneinander, während beständig eine Neubildung elastischer Elemente statt-

findet. So musste man also an den Ursprungsstätten der Letzteren, das heisst, an der Grenzschicht zwischen hyalinem- und Netzknorpel, einmal über die Art und Weise der Entstehung der elastischen Fasergebilde überhaupt Aufschluss erhalten, als auch Aufklärung darüber erwarten, ob und wie weit an diesen Prozessen die hyaline Substanz Antheil hätte.

O. Hertwig[1]) erwähnt das Auftreten einer Körnung nur einmal ganz oberflächlich, indem er sagt:

„Die feinste Beschaffenheit und Anordnung gewinnt die elastische Substanz in den Ohrknorpeln der Katze, des Schafes und des Rehes. Besonders beim Schaf bildet die elastische Substanz um die Zelle ein so fein spongiöses Gewebe, dass man selbst mit stärkster Vergrösserung dasselbe kaum entwirren kann und an dünnen Schnitten bei oberflächlicher Beobachtung zu der Annahme verleitet werden könnte, dass man eine Ablagerung in Körnchen vor sich hätte."

Das ist Alles, was er darüber sagt; auch in den Abbildungen, die er giebt, fand ich kein Bild, das die feine Körnung des Zellprotoplasmas oder der Kapsel der Zelle wiedergiebt. Jedenfalls also legt O. Hertwig der Körnung, die er gesehen, durchaus gar keinen Werth bei.

Doch ich kehre zur Besprechung meiner eigenen Beobachtungen zurück.

Was das Verhältniss der zuerst beschriebenen eigenthümlichen Beschaffenheit der Knorpelkapsel zu der ganz ähnlichen des Zellprotoplasmas (innerhalb der Kapsel) anlangt, so stellte es sich folgendermaassen dar:

Oft ging die Körnung, Faserung und Streifung, welche letztere ich nur für eine beginnende Faserung halte, direct in das ihr zunächst anliegende Zellprotoplasma der Knorpelzelle über; ebenso waren, wenn Protoplasma sowohl, als Kapsel faserig geworden waren, beide vollständig mit einander verschmolzen, so dass nur ein die Form der Zelle im Ganzen noch zeigendes, stark mit der färbenden Flüssigkeit tingirtes Faserwerk da war. Fig. 2—6 zeigen diese Verhältnisse.

---

1) A. a. O. S. 94.

Oft aber auch war das Zellprotoplasma ganz bis auf die nächsten der Kapsel anliegenden Partieen faserig, die Kapsel körnig, die zwischen beiden gelegenen Zellprotoplasma-Theile unverändert.

Nachdem dies festgestellt war, musste nun auch weiter das Verhältniss der in den verschiedenen Zuständen befindlichen Zelle und Kapsel zur umgebenden hyalinen Substanz ins Auge gefasst werden. Darüber erhielt ich folgende Bilder:

Ich fand Zellen, deren körniger Contour ein ganz wenig, andere, bei denen er sich ziemlich ansehnlich in die umgebende hyaline Substanz hineinerstreckte, und zwar so, dass meist an dem einen Pole der Zelle diese Fortsetzung der feinen Körnung in die hyaline Substanz erschien, sich scharf gegen die Letztere abhebend (Fig. 6). Bei anderen Zellen, wo bereits eine völlige Faserung eingetreten war, die sowohl die Kapsel, als das Zellprotoplasma betroffen hatte, war die Faserung ebenfalls an einer Stelle in die umgebende hyaline Substanz hinein weitergegangen, mit dem Typus der elastischen Fasern, und liess sich ein ganzes Stück verfolgen, bis sie mit einer anderen Faserung, deren Ausgangspunkt wohl auch eine Zelle bildete, sich vereinigte (Fig. 5). Es zeigten sich ganze Gruppen solcher in Faserung übergegangener Knorpelzellen, die zum Theil schon miteinander verschmolzen, das Ansehen einer feinfaserigen Differenzirung der hyalinen Grundsubstanz gewährten, zum Theil die Zellenform gewahrt hatten, aber im Begriff standen, durch vielfache Anastomosen, die sie sich zuschickten, völlig in einander überzugehen.

Wenn nun auch soweit die Verhältnisse klar waren und mit Sicherheit angenommen werden durfte, dass eine Bildung von Fasern, die durchaus den Charakter der elastischen tragen, von den Knorpelzellen in toto, von Kapsel und übrigem Protoplasma aus stattfinde, so fehlte noch der Nachweis des directen Zusammenhangs der körnigen und faserigen Elemente, des Ueberganges der einen direct in die anderen. Freilich fasste ich, wie schon einmal erwähnt, die oft gesehenen, zwischen den Körnchen auftretenden Streifchen und körnigen

Streifchen, als feinst differenzirte Faserelemente auf, die zum Theil noch körnigen Charakter an sich tragen.

Weitere Untersuchungen belehrten mich über diesen Gegenstand in folgender Weise:

Ich verfolgte die elastischen Fasernetze des Knorpels so weit als möglich, ich ging auf die feineren und feinsten Fäserchen zurück und es gelang mir unter diesen zarten Anfängen der elastischen Fasern solche aufzufinden, die sich durchaus noch nicht als ausgebildete Fasern zeigten, sondern als feinste Linien, die aus Körnchen und Streifchen zusammengesetzt waren, wie Fig. 2 und 3 deren einige veranschaulichen; ich verfolgte diese feinstreifig-körnigen Linien in die deutlichen, ohne jeden Zweifel als elastische gekennzeichneten Faserelemente hinein. Ich fand hier also dieselben Bildungen wieder, wie ich sie als Streifchen und körnige Streifchen bereits an der umgewandelten Knorpelkapsel kennen gelernt und beschrieben habe.

Was mir aber endlich das werthvollste war, sind die Bilder, die ich, wenn auch spärlich, so doch klar und deutlich erhielt und nun kurz beschreiben will.

Ich fand nämlich umgewandelte Knorpelzellen, deren Kapsel und Zellprotoplasma feinkörnig war; diese Körnung setzte sich fort in die umgebende hyaline Substanz und aus dieser Körnung gingen allerfeinste Linien hervor, über deren Structur ich bei stärkster Vergrösserung ersah, dass sie aus feinen Körnchen und Streifchen bestanden. Es liessen sich diese feinen Linien weiter verfolgen, wie sie, sich allmählig als feinste ausgebildete Fasern darstellend, Netze bildeten, die als elastische Fasernetze zu erkennen waren und durchaus für solche angesehen werden mussten. (Fig. 7).

Dass die feinen Fasern elastische waren, und dass auch die so oft beschriebenen Körnchen ein Recht haben, der elastischen Substanz zugezählt zu werden, ergiebt sich noch aus ihrem Verhalten zu Kalilauge. Die unveränderten Knorpelzellen erblassen, die feine Körnung und Faserung bleibt unverändert bestehen.

Was das Verhältniss des Kernes der Knorpelzelle zu allen

beschriebenen Processen anlangt, so scheint er keine wesentliche Rolle dabei zu spielen; er schien an sehr vielen Zellen zu fehlen, an denen die Körnung oder Faserung begann, in anderen Zellen, bei denen die Faserung fast völlig ausgebildet war, lag er excentrisch, unverändert, dunkel gefärbt, scheinbar von den Fasern übersponnen, in den verschiedensten Formen, wohl geschrumpft. Massenweise finden sich auch überall zerstreut freie Kerne in allen Gestalten.

Da wo mehrere Zellen in einer Kapsel liegen, zeigt sowohl die Kapsel den körnigen Contour, als auch scheidet sich jede der in ihr liegenden Zellen durch einen gleichen Contour von der, resp. den anderen Tochterzellen ab, so dass jede Zelle für sich, gesondert, ihren Umwandlungsprocess durchzumachen scheint.

Um nun noch einmal kurz das Resultat aller Beobachtungen über das Verhalten der Knorpelzellen an den Entwickelungsstätten der Faserelemente zusammenzufasssen, so sah ich:

1) Zellen, deren Kapsel diffus feinkörnig war, als feinkörniger Ring von verschiedener Breite erschien (Fig. 1).

2) Zellen, deren Kapselzone feine, radiär gestellte Streifchen enthielt (Fig. 3, 5a).

3) Zellen, deren Zellprotoplasma, wie ich es im Gegensatz zur Kapsel nenne, feinkörnig war und auch streifig (Fig. 2. 3. 4b).

4) Vereinigung und Verschmelzung beider Zustände in Kapsel und Zellprotoplasma mit einander, sowie auch

5) Faserung der ganzen Zelle (Fig. 5).

6) Vollkommene Faserung der Knorpelzelle und Anastomosirung dieser Faserung mit der aus einer andern Zelle hervorgegangenen (Fig. 5).

7) Fortsetzung der Körnung in die hyaline die Zelle umgebende Substanz (Fig. 6).

8) Uebergang dieser Körnung in feinstkörnige Linien, die sich als Anfänge elastischer Fasern documentirten (Fig. 7).

Was scheint mir also nach allem dem natürlicher, als die Annahme:

Der elastische Faserknorpel bildet sich in dem von mir speciell untersuchten Arytaenoidknorpel so, dass die Bildung elastischer Fasern von der ganzen Knorpelzelle ausgeht, das heisst, dem ganzen Protoplasma der Knorpelzelle, also auch der Kapsel.

Was den ersten Anstoss zu dieser Umwandlung giebt, ob die Kapsel, ob das übrige Zellprotoplasma, ob in dem einen die Körnung und namentlich die Faserung eher auftritt, als in dem andern, oder ob in beiden gleichzeitig, wage ich nicht zu entscheiden. Das Wahrscheinlichere dünkt mir indess, dass der Process in der Knorpelkapsel seinen Anfang nimmt, weil der körnige Kapselcontour keiner in Umwandlung begriffenen Zelle fehlt, während oft das Zellprotoplasma noch ganz unverändert ist.

Ueber den Modus der Umwandlung der Zelle in elastische Fasern könnte man wohl annehmen, dass sie in mehreren Stadien vor sich ginge, als deren frühestes die Körnung anzusehen wäre; dann folgte die theilweise Streifung, das heisst, eben das Auftreten feinster, theils noch punktirter, theils continuirlicher Streifchen, schliesslich die Umwandlung dieser Streifchen in elastische Fasern.

Wie aber dem auch sei, ob diese von mir angegebenen verschiedenen Zustände, in denen die Zellen gefunden werden, in der oben beschriebenen Art und Weise, als aufeinanderfolgende Stadien angesehen werden müssen oder nicht, soviel steht bei mir fest, dass sich aus den Knorpelzellen wirklich elastische Faserelemente bilden.

Ob aber alle die Grundlage des Netzknorpels constituirenden elastischen Fasern aus den Knorpelzellen entstehen, dass ist eine Frage, die noch wohl erwogen werden muss. Wenigstens, wenn man ein derartiges Untersuchungsobject vornimmt, wie der Arytaenoidknorpel des Ochsen es ist, so muss man unwillkürlich daran denken, dass auch der hyalinen Substanz eine Rolle bei dem Bildungsprocesse der elastischen Fasern zugetheilt sein könnte. Wenn auch die vorzüglichen Untersuchungen von M. Schultze und O. Hertwig über die embryonalen Gewebe zu dem Resultate führten, dass schon in

den frühesten Stadien hyaliner- und Netzknorpel nebeneinander bestehen, so lohnt es sich doch der Mühe auf diese Frage noch einmal einzugehen, wo sie von neuem an den Untersuchenden herantritt. Denn es ist gewiss von Interesse zu erforschen, was gerade hier im Arytaenoidknorpel, wo fortwährend eine Bildung elastischer Fasern stattfindet, mit der so reichlich vorhandenen hyalinen Substanz geschieht. Sie könnte bei dem Umwandlungsprocesse der Zellen activ und passiv betheiligt sein. A priori könnte Beides angenommen werden, denn einmal wäre eine directe Verwandlung, eine Differenzirung der vorhandenen hyalinen Grundsubstanz zu Fasern und zwar zu elastischen, nicht unmöglich, ferner aber ist ebenso leicht denkbar, dass die elastischen Fasern als etwas durchaus von der hyalinen Grundsubstanz Unabhängiges, von den Zellen des Knorpels aus geschaffen werden und nur allein von diesen.

So wäre also denkbar:

I) Die hyaline Grundsubstanz wird in den Umwandlungsprocess mit hineingezogen; sie betheiligt sich activ daran, indem sie vielleicht mit Einhaltung desselben Modus wie die Knorpelzellen, elastische Fasern liefert. Sie würde dann dieselben Stadien durchmachen, wie auch die Zellen, würde mit den aus diesen hervorgehenden elastischen Fasern die ihrigen verflechten, das heisst, zur Anastomosirung und Verschmelzung bringen und so die Grundlage des elastischen Faserknorpels bilden helfen.

Man könnte in diesem Sinne die Bilder deuten, wie zum Beispiel Fig. 6 eines zeigt. Man könnte annehmen, dass die unmittelbar mit der Körnung der Knorpelkapsel zusammenhängende, in die umgebende hyaline Substanz fallende Körnung an dem einen Pole der Zelle, durchaus nicht als eine Fortsetzung der Körnung der Zellkapsel in die hyaline Substanz hinein sich erstreckt, sondern dass sie eine körnige Differenzirung der hyalinen Substanz selbst ist, die nur mit der von der Knorpelkapsel gelieferten sich so vereinigt hat, dass die Grenze zwischen beiden nicht mehr auffindbar ist. Diese Ansicht von der activen Betheiligung der hyalinen Substanz wäre insofern zu rechtfertigen, als man ja doch allgemein die hyaline

Grundsubstanz als ein Abscheidungsproduct der zuerst allein den Knorpel bildenden Zellen entstanden annimmt, also danach gewissermaassen als protoplasmatisches Gebilde. Aber freilich kann nach seiner Ausscheidung aus der Zelle dasselbe bereits andere Verwandlungen durchgemacht haben, unnachweisbare, die ihm das Recht, noch etwas Protoplasma-Natur zu behalten, geraubt haben.

2) Die hyaline Grundsubstanz spielt bei allen Vorgängen der elastischen Faserbildung eine durchaus passive Rolle. Danach wäre die in der Umgebung der Knorpelzelle auftretende Körnung (Fig. 6) von der Zelle selbst entstanden, sich in die hyaline Substanz hinein erstreckend, sie müsste dann die hyaline Substanz auf irgend eine Art verdrängen; vielleicht, dass letztere der fettigen Degeneration und Resorption anheimfällt. Ich muss gestehen, dass mir die letztere Möglichkeit die bei Weitem wahrscheinlichere dünkt; denn für die Meinung, dass die hyaline Substanz sich bei der Bildung der elastischen Elemente betheiligt, fehlen doch zu viel feste Anhaltspunkte, wogegen für das durchaus passive Verhalten der hyalinen Substanz die besten Stützen in den vorzüglichen Untersuchungen von M. Schulze und O. Hertwig vorliegen. Dass da, wo hyaline Substanz, wie im Arytaenoidknorpel, reichlich vorhanden, dieselbe bei beständiger Bildung elastischer Elemente von den Knorpelzellen aus, auf irgend eine Weise Platz macht, und wohl auf dem Wege der fettigen Entartung zur Resorption gelangt, ist wahrscheinlich. Vielleicht erklärt sich hieraus der Fettreichthum, den Rabl-Rückhard im Arytaenoidknorpel vorfand.

Um also nicht Veranlassung dazu zu geben, dass aus diesen meinen Auseinandersetzungen irgend ein Schluss gezogen werde, den ich selbst durchaus nicht mit irgend welcher Sicherheit oder Bestimmtheit ziehen kann, noch will, verwahre ich mich ausdrücklich gegen die Auffassung der Entstehung des elastischen Faserknorpels aus hyalinem Knorpel. Wenn ich mich auch zur Untersuchung eines Knorpels bediente, der zum Theil hyalin, zum Theil faserig ist, so will ich doch nicht in den Fehler verfallen, aus dem Nebeneinander zweier Zustände auf

die Entstehung beider auseinander, ohne genügende Beweise, geschlossen zu haben. Vielmehr scheint mir selbst das wahrscheinlichste, dass die hyaline Grundsubstanz gar keine Rolle bei dem Entstehungsprocess der elastischen Faserelemente des Netzknorpels spielt, sondern dass es nur die formative Thätigkeit des Protoplasmas ist, die sowohl im embryonalen Knorpelgewebe, als in dem des ausgewachsenen Thieres die elastischen Elemente des Netzknorpels schafft, so also auch im Arytaenoidknorpel des Ochsen, unabhängig von der hyalinen Substanz. So sind auch M. Schultze und O. Hertwig der festen Ueberzeugung, dass jede Bindesubstanz gleich von vornherein beim Embryo als das entsteht, was sie auch später ist; so auch die elastischen Elemente des Netzknorpels. So fände man beim Rindsembryo schon in den frühesten Stadien, in denen sich überhaupt Knorpel erkennen lässt, Netz- und Hyalinknorpel nebeneinander bestehen. —

Ich betone nur die im Arytaenoidknorpel vor sich gehende Bildung und die Art und Weise der Bildung der elastischen Faserelemente aus protoplasmatischen Zellgebilden.

Soviel über die Beobachtungen, die am Arytaenoidknorpel des Ochsen gewonnen sind.

Zum Schluss sei mir noch gestattet, ein wenig näher auf das Verhältniss meiner Untersuchungen über die Entstehung der elastischen Fasern aus den Knorpelzellen, zu den von Boll publicirten Arbeiten „über den Bau und die Entwickelung der Gewebe“ einzugehen.[1])

Boll benutzte zu seinen Untersuchungen Hühnerembryonen, sowie Embryonen von Hunden, Kaninchen, Meerschweinchen ferner Ratten und Fröschen; er beschäftigte sich mit den Sehnen dieser Thiere, der membrana propria der Drüsen, dem Gewebe des canalis Schlemmii und fand in allen diesen Geweben protoplasmatische Zellgebilde, die er folgendermaassen beschreibt:

1) „Die Form der Zellen des Bindegewebes ist eine sehr verschiedene; neben den rundlichen Zellen, wie diejenigen,

---

1) M. Schultze's Archiv f. mikrosk. Anat. Band 7. S. 275.

welche die Bindegewebszüge der Lymphräume des Hodens zusammensetzen, finden sich vorzugsweise jedoch Zellen, deren Dimensionen vorwiegend nach einer Richtung hin entwickelt sind und deren Formen im Wesentlichen einer sehr flach ausgezogenen Platte entsprechen; die Grösse dieser Zellen ist mitunter eine sehr beträchtliche.“

2) „Ebenso und parallel mit der Form schwankt der Protoplasmagehalt der Zelle. Während die rundlichen Zellformen ein deutliches körniges Protoplasma zeigen, ist dasselbe bei den mehr abgeplatteten Formen fast völlig verschwunden und an die Stelle desselben eine klare elastische Platte getreten. Körniges Protoplasma befindet sich noch in ziemlicher Menge in den abgeplatteten Zellen, welche ich als Bekleidung der Bindegewebsbündel von der basis cerebri beschrieben habe. In sehr geringer Menge ist dasselbe nur noch vorhanden in den Zellen des sogenannten Knorpels der Achillessehne des Frosches. Gänzlich oder fast gänzlich ist es verschwunden in den elastischen Platten der Sehne, der membrana propria der Drüsen, des Gewebes des canalis Schlemmii und der Mehrzahl der Bindegewebsbündel der basis cerebri.“

3) „Gleichfalls in demselben Maasse wie die Form der Bindegewebszellen einer Platte ähnlich wird und das Protoplasma der Zelle schwindet, verliert sich auch die individuelle Selbstständigkeit der Zelle und ihre Grenzen werden unsichtbar. Während die rundlichen Zellen der Bindegewebsstränge des Hodens und der Bindegewebsbündel der pia mater durchaus selbstständige Zellenindividuen sind, und auch die protoplasmatischen abgeplatteten Zellen der Bindegewebsbündel, sowie die Zellen aus der Achillessehne noch eine deutliche Abgrenzung gegen einander zeigen, sind wirkliche Zellengrenzen in denjenigen Geweben, wo die Umwandlung der ursprünglich protoplasmatischen Zellen in elastische Platten noch weiter vorgeschritten ist, kaum noch oder schon gar nicht mehr nachzuweisen. So kommt es vor: in der Sehne, in der membrana propria, in der Scheide der Bindegewebsbündel, in dem Gewebe des canalis Schlemmii zur Bildung ausgedehnter Membranen und Häute, deren Zusammensetzung aus Zellen man theils

entwickelungsgeschichtlich, theils aus der Analogie sehr wohl erschliessen kann, die es aber im gegebenen Falle häufig eine Unmöglichkeit ist in die einzelnen Zellenterritorien zu zerlegen, aus deren Verschmelzung die ganze Haut ursprünglich hervorgegangen ist."

4) „Eine besondere Eigenthümlichkeit bieten diese so entstandenen Membranen darin, dass in der homogenen Grundhaut mehr oder weniger streng von der Substanz geschiedene stärkere Streifen oder Rippen auftreten. Derartige als homolog anzusehende Bildungen sind: Die von mir sogenannten elastischen Streifen in den Zellplatten der Sehnen, die Rippen der membrana propria und des Endothels des canalis Schlemmii, sowie die verdickten Streifen in der Scheide der Bindegewebsbündel. Höchstwahrscheinlich hängen mit diesen elastischen Zellplatten auch stets die im Innern der Bindegewebsbündel verlaufenden feinen elastischen Fasern zusammen in der Weise, wie es mir für die feinen elastischen Fasern der Sehnenbündel (allerdings nicht für die Bündel des lockeren Bindegewebes) nachzuweisen gelungen ist."

An der betreffenden Stelle sagt Boll über diesen Zusammenhang der elastischen Zellplatten mit den feinen elastischen Fasern der Sehnen:

„Ich kann allerdings nicht behaupten, dass alle intrafasciculären elastischen Fasern mit den Zellplatten in Verbindung stehen; aber sehr oft habe ich Reihen von Zellplatten gesehen, wo ganz deutlich vom Leib der Zellplatten feine elastische Fasern ausgingen und in das Innere der Bindegewebsbündel eindrangen."

Nach diesen Untersuchungen Boll's steht also, was für mich hauptsächlich in Betracht kommt, fest, dass protoplasmatische Gebilde, denn solche sind ja doch die elastischen Zellplatten, wirklich elastische Fasern hervorzubringen im Stande sind, dass jedenfalls das Protoplasma, sei es nun als elastische Zellplatte, sei es als elastischer Streifen speciell, als die Vorstufe der elastischen Fasern in den thierischen Geweben angesehen werden kann.

Auch O. Hertwig kommt zu demselben Schlusse, indem er sagt: [1])

„Die räumlichen Verhältnisse der Entstehung der feinen elastischen Fasern sprechen dafür, dass das Protoplasma der Zellen die elastische Substanz gleich als das fertig bilde, als was wir sie auch später finden. Es ist dieselbe formative Thätigkeit des Protoplasmas, der die elastische Substanz ihr Dasein verdankt, wie dieselbe im fibrillären Bindegewebe den Fibrillen den Ursprung giebt."

In dieser Hinsicht sind denn auch für meine Beobachtungen über die Entstehung der elastischen Fasern im Netzknorpel, vorzüglich die Boll'schen und O. Hertwig'schen Anschauungen von dem grössten Werthe; die Analogie mit den Verhältnissen, wie Boll und O. Hertwig sie darlegten, dient auch meiner Anschauung zu einer kräftigen Stütze. Auch ich lasse die elastischen Fasern aus protoplasmatischen Zellgebilden, den Knorpelzellen, entstehen; auch ich sah direct aus der umgewandelten Zelle die feinsten elastischen Fasern hervorgehen. Ich könnte die Zelle im körnigen Stadium danach „elastische Knorpelzellplatte" nennen. Boll bezeichnet seine Zellen freilich erst dann mit dem Namen „elastische Platten", wenn dieselben völlig klar sind, jede Spur eines körnigen Protoplasmas fast völlig verschwunden ist. Ich könnte in der Analogie noch weiter gehen und auch in den zur Bildung elastischer Fasern bestimmten Knorpelzellen einen elastischen Streifen annehmen, wenn auch nicht in derselben Art und Form, wie ihn Boll an seiner elastischen Platte beschrieben, so doch dasjenige, was ihn an den „elastischen Knorpelzellplatten" vertreten könnte. Ich könnte den dunkelkörnigen Kapselcontour der sich umwandelnden Zelle als Analogon des elastischen Streifens ansehen, der also hier an der Peripherie der Zelle zu finden wäre und könnte ihn als elastischen Streifen der Knorpelzelle, oder „elastischen Zellcontour" vielleicht bezeichnen. Seine Resistenz gegen Kalilauge giebt ihm ein Recht auf diesen Namen. Er ist auch constant zu finden; denn wie

1) A. a. O. Bd. 9. S. 98.

auch die Knorpelzelle sonst aussehen mochte, ob ihr Protoplasma schon deutliche Veränderungen zeigte, oder erst feinste Andeutungen derselben, der körnige Contour fehlte nie.

Von den Eigenschaften, die dem elastischen Streifen zukommen, hebt Boll besonders seine stärkere Aufnahmefähigkeit für Carmin hervor, indem er sagt:

„Mit Leichtigkeit erkennt man, wie ein jeder der die Bindegewebsbündel trennenden Streifen aus einer Reihe gleichlanger, zarter Platten zusammengesetzt ist, in deren Centrum ein intensiv carmingefärbter längerer oder kürzerer, schmälerer oder dickerer, im Allgemeinen stäbchenförmiger Streifen deutlich sichtbar ist, während der übrige Theil der Platten eine beträchtlich mattere Carminfärbung zeigt."

Ganz ähnlich zeigte sich das Verhalten des „elastischen Zellcontours" der Knorpelzelle, um der Kürze wegen diesen Ausdruck zu gebrauchen.

Wenn auch nicht in jedem Stadium „der elastische Zellcontour" der am stärksten gefärbte Theil der Zelle ist, so doch offenbar in dem seiner völligen Ausbildung und Entwickelung. Denn die Färbungsverhältnisse der Knorpelzellelemente stellen sich kurz folgendermaassen dar:

An denjenigen Zellen, an denen die peripherisch circuläre Körnung zuerst auftritt, erscheint der Kern am intensivsten gefärbt; das demselben anliegende Zellprotoplasma zeigt sich auch noch ziemlich stark mit Carmin tingirt, aber nicht in dem Grade, wie der Kern; am wenigsten Farbstoff aber hat offenbar der in der Bildung begriffene „elastische Zellcontour" aufgenommen. Je weiter wir die Entwickelung der Knorpelzelle auf dem Wege zur Bildung elastischer Elemente verfolgen, sehen wir, dass in dem Maasse, als der „elastische Zellcontour" sich verdickt, seine Aufnahmefähigkeit für den Farbstoff steigt; hier finden wir ihn schon ziemlich dunkel gefärbt sich abhebend; da aber endlich, wo der körnige Contour bereits in wirkliche Fäserchen sich umzuwandeln beginnt, ist er derjenige unter den elementaren Theilen des Knorpels, der am stärksten den Farbstoff in sich aufnimmt und intensiv gefärbt erscheint.

Dies wäre also das Stadium, in dem die Analogie des

„elastischen Zellcontours“ mit dem „elastischen Streifen“ Boll's eine fast vollständige genannt werden könnte.

Mit dieser starken Färbung des „elastischen Zellcontours“ hängt denn auch die Erscheinung zusammen, dass sich die feinen ausgebildeten elastischen Fasern so lebhaft durch Carminlösung gefärbt zeigen. Ich erwähnte gleich anfangs diese Thatsache, deren Erklärung ich mir bis hierher aufbewahrte. Die aus dem „elastischen Zellcontour“ hervorgehenden Fasern sind eben, wie jener auch, mit der starken Aufnahmsfähigkeit für den Farbstoff ausgerüstet.

Indess, wie erst mit einem gewissen Stadium seiner Ausbildung der elastische Zellcontour diese Eigenschaft erhält, so geht sie auch in einem gewissen Stadium den ausgebildeten Fasern wieder verloren. Denn je stärker die elastischen Fasern werden, je grössere Stämme sie bilden, desto schwächer wird ihre Aufnahmefähigkeit für den Farbstoff. Eine genaue Angabe, wann diese Abnahme der Tingirungsfähigkeit eintritt, ist natürlich nicht zu machen; genug sie tritt ein, sobald einmal die elastischen Fasern an einer gewissen Entwickelungsstufe angelangt sind.

Im Allgemeinen kann ich sagen:

Die jungen elastischen Faserelemente des Netzknorpels besitzen die Fähigkeit, sich lebhaft durch Carminlösung zu färben; je älter die Fasern werden, desto mehr erleidet diese Fähigkeit Einbusse. —

Erklärung der Figuren.

Die Schnitte sind sämmtlich vom Arytaenoidknorpel des Ochsen und mit Carmin gefärbt.

Fig. 1. Knorpelzellen mit diffus feinkörnigem „elastischen Zellcontour.“

Fig. 2. Knorpelzellen, deren körniger Contour eine gewisse Regelmässigkeit zeigt; das eigentliche Zellprotoplasma zum Theil diffus feinkörnig; Auftreten feinster, punktirt erscheinender elastischer Fasern.

Fig. 3. Knorpelzellen, deren Contour theils körnig, theils streifig, theils faserig erscheint.

Fig. 4. Knorpelzellen, deren Protoplasma theils körnig, theils streifig, theils faserig ist.

Fig. 5. Völlige Faserung der Knorpelzelle und Anastomosirung dieser Faserung mit der aus einer andern Zelle hervorgegangenen.

Fig. 6. Fortsetzung der Körnung der Knorpelzelle in die umgebende hyaline Substanz.

Fig. 7. Uebergang der Körnung in feinstkörnige Linien: die Anfänge der elastischen Fasern.

Beiträge zur Kenntniss des elektrischen Centralorgans von Torpedo.

Von

Stud. med. Max Reichenheim.

(Aus dem physiologischen Institut der Berliner Universität.)

(Hierzu Taf. XV. u. XVI.)

Veranlassung zu der vorliegenden Abhandlung gab mein Aufenthalt in Viareggio im Frühlinge des vorigen Jahres. — Bei dem reichen Material an Torpedo, wie es mir dort zu Gebote stand, erschien es wünschenswerth, die passende Gelegenheit einer mikroskopischen Untersuchung des elektrischen Centralorgans nicht unbenutzt vorübergehen zu lassen und eine genauere Kenntniss dieses in seiner Gesammtheit noch verhältnissmässig wenig behandelten Objects zu gewinnen.

Wenngleich die vorliegenden Untersuchungen nicht mit neuen, durchgreifenden Thatsachen die Litteratur zu bereichern vermögen, so erschien mir ihre Veröffentlichung doch insofern erwünscht, als die jüngst gerade an Torpedo gewonnenen, Epoche machenden Resultate mikroskopischer Forschung ein erhöhtes Interesse für diesen Gegenstand bedingen.

Den Standpunkt unserer bisherigen Kenntnisse der feineren Structur der elektrischen Lappen zu charakterisiren, diene eine kurze Zusammenstellung der wichtigsten einschlagenden Litteratur.

Die erste mikroskopische Untersuchung der Lobi electrici

rührt her von Valentin [1]). Er beschreibt die Lappen als hauptsächlich aus kolossalen Nervenkörpern bestehend, die durch netzförmige Scheiden von einander getrennt sind und in den Maschenräumen wie in einem Korbgeflecht liegen. In diesen Scheidenformationen bemerkte er theils faserige theils aufliegend zelligte Gebilde, sowie ein reichliches Gefässnetzwerk, und er vermuthet, dass die Plexus der den elektrischen Organen entsprechenden Primitivfasern in dieses Maschenwerk sich begeben.

Die nächsten Untersuchungen knüpfen sich an Savi [2]). Seine Resultate lassen sich kurz in Folgendem resumiren: Er fand, dass das Organ aus zwei gleichgrossen Lappen gebildet wird, dass diese grösstentheils aus einer grauen, amorphen Substanz und aus Kugeln mit centralem Kern, die in hohem Grade denen der Ganglien ähneln, bestehen, dass sie ferner mit dem verlängerten Mark durch elementare Fasern in Verbindung stehen, und dass in sie sämmtliche Nervenstämme des entsprechenden elektrischen Organs münden, wo sie sich schleifenförmig auszubreiten scheinen. Die Beziehung der Nervenfasern zu den Ganglienzellen wurde zuerst durch Harless [3]) festgestellt, der die Fasern aus den Kernen der Nervenkörper entspringen lässt und Anastomosen zwischen den Kugeln sieht.

Max Schultze [4]) beschreibt später die Zellen, bestehend aus Fasern und eingestreuter körniger Substanz. Sie strahlen viele, nie aus dem Kern entspringende Fortsätze aus, von denen nur einer, der Axencylinderfortsatz, ungetheilt verläuft und bald zur markhaltigen Nervenfaser wird. Der Axencylinder sowie die andern Aeste (Primitivfasern), bestehen aus parallel verlaufenden Fibrillen, durch deren Trennung die Thei-

---

1) G. Valentin, Beiträge zur Anatomie des Zitteraales. Neuchatel 1841. 4. S. 24. und Wagner's Handwörterbuch der Physiologie Artikel: Electricität der Thiere.

2) Traité des phénomènes électro-physiologiques par C. Matteucci suivi d'études anatomiques sur le système nerveux et sur l'organe électrique de la Torpille par P. Savi. Paris 1844.

3) Dies Archiv, 1846.

4) Akademisches Programm. Bonn 1869.

lung (beim Axencylinder am peripherischen Ende) bedingt wird. Ein Anastomosiren von Ganglienzellen liess sich ebensowenig wie das Endschicksal der Primitivfasern feststellen.

Erwähnenswerth ist vielleicht noch, dass in neuster Zeit J. Kollmann[1]) gefunden haben will, dass das Kernkörperchen, von einer Protoplasmamasse umgeben, drei bis sechs Fortsätze gegen die Peripherie des Kernes ausstrahle, ohne dieselbe jedoch zu durchdringen. Kern und Kernkörperchen sollen durch ein helles $^1/_{120}$ Mm. breites Band verbunden sein und dieses in den Axencylinderfortsatz übergehen u. s. w.

Bei der Darstellung der eigenen Untersuchungen, zu der ich mich jetzt wende, ist von vorne herein auf die Fehler und Mängel aufmerksam zu machen, die meiner Arbeit, theils durch die innere Schwierigkeit des Gegenstandes, theils durch die Ungunst äusserer Verhältnisse anhaften. Viele Fragen, die sich an die Histologie der elektrischen Lappen knüpfen, waren im Wesentlichen nur an frischen Präparaten in befriedigender Weise zu beantworten, andererseits musste ihrer Erledigung eine genaue topographische Kenntniss des Organs vorausgehen, wie eine solche nur durch die Anfertigung successiver Querschnitte der erhärteten Lappen sich gewinnen liess. Wäre es mir vergönnt gewesen, wie auf die ersten orientirenden Studien an frischen Präparaten die Untersuchung der erhärteten Querschnitte, so auf die letztere wieder eine erneute Erforschung des elektrischen Centralorgans im unversehrten Zustande folgen zu lassen, so würde meine Kenntniss der einzelnen Gewebsformen tiefer und eindringender sein. Ich würde dann auch z. B. mit Sicherheit angeben können, ob das Epithel, welches die Fläche der Lobi überzieht, flimmert oder nicht.

Aber noch ein anderer Umstand ist es, der gerade das von mir behandelte Thema zu einem eigenthümlich schwierigen macht. Um dies räthselhafte, ja einzig in seiner Art dastehende Organ in seinen Beziehungen zu den übrigen Provinzen des nervösen Centralorgans ganz und voll würdigen zu können,

---

1) Ueber den Kern der Ganglienzellen. Sitzungsberichte der k. b. Akademie der Wissenschaften zu München. 1872.

war es nöthig, eben über diese Provinzen und ihren Zusammenhang festere und greifbarere Vorstellungen zu gewinnen, als bisher geboten waren: ehe man das Gehirn des Zitterrochen zum Gegenstande der Untersuchung machte, ein Organ in dem durch Hinzutreten der elektrischen Lappen Verhältnisse einziger Art gegeben sind, wäre es nöthig gewesen, jene weniger complicirten Formen, wie sie bei den Selachiern vorliegen, in den Kreis der Betrachtung zu ziehen, um so, vom Einfacheren zum Verwickelten fortschreitend, leichter den Pfad der Untersuchung durch das Labyrinth der Formelemente zu finden. Allein zu meinem Bedauern stand mir kein Exemplar anderer Plagiostomen zu Gebote, und ich musste auf diesen Gang der Untersuchung, den bequemsten und versprechendsten, schweren Herzens verzichten.

Den ebenbesprochenen Uebelständen gesellte sich noch ein weiteres Hinderniss, den Weg des Erkennens nicht unwesentlich verengend. An den Präparaten von Torpedo, die ich in Müller'scher Flüssigkeit von Viareggio nach Berlin brachte, war das Rückenmark in einem so schlechten Erhaltungszustande, dass die Anfertigung feiner Querschnitte auf fast unüberwindbare Hindernisse stiess. Da nur wenige Präparate als gelungen betrachtet werden konnten, war es mir leider unmöglich von dem Bau des Rückenmarks, dem natürlichsten Ausgangspunkt einer jeden histologischen Untersuchung des Gehirns, genauere Daten beizubringen. Bemerkenswerth ist es übrigens, dass der neueste Untersucher des Rückenmarks der Plagiostomen, Stieda,[1]) gleichfalls zugesteht, der Bau dieses Organs „sei ihm ein Räthsel geblieben." Meine Querschnitte entsprechen seinen Abbildungen, doch blieb auch mir der Bilder Sinn dunkel.

Unter diesen Umständen halte ich es für angemessen, mich vorläufig nur auf die Wiedergabe dessen zu beschränken, was an karmingefärbten Querschnitten über die Lobi electrici, ihre

---

1) Notizie preliminari sul cervello e sul midollo spinale delle Raje ec. Rendiconto della R. Accad. delle scienze fisiche e matemat. di Napoli. Decemb. 1871.

Configuration, die aus ihnen entspringenden Nervenfasern und ihren Zusammenhang mit den übrigen Centraltheilen mir zu ermitteln gelang, und ich gehe dazu über, die beiliegenden Zeichnungen zu erläutern, zuvörderst behufs besserer Orientirung die makroskopischen Verhältnisse kurz berührend.

Die Anfertigung von senkrecht auf die longitudinale Axe der Lobi electrici und des verlängerten Marks geführten Querschnitten lehrte mich drei, der Grösse nach nicht gleiche Abtheilungen dieses olivenfarbigen Kernes unterscheiden, deren erste — vom Rückenmark an gerechnet — ein Fünftel, deren zweite drei und deren dritte wieder ein Fünftel der Gesammtlänge der Lappen einnimmt. Die beiliegende Tafel stellt aus jeder Abtheilung einen Querschnitt dar, deren Verschiedenheit schon makroskopisch leicht erkennbar ist. Der erste der drei Theile nehmlich, frei auf dem verlängerten Mark aufliegend, ohne organische Verbindung mit demselben und getrennt durch die pia mater, unterscheidet sich eben durch diese Merkmale von seinem ihn, wie gesagt, um zwei Fünftel in der Längsaxe übertreffenden Nachbar. Hier nämlich bilden die von den Lobis ausgehenden Nervenfasern, in gleichgerichtetem Zuge das verlängerte Mark durchsetzend, eine innige Verbindung mit dem Centralorgan. Die nächste Abtheilung, das letzte Fünftel, unterscheidet sich durch die lateral in grosser Zahl sich herandrängenden Theile des Gehirns, deren Erläuterung späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben möge.

Fig. 1. entspricht einem Querschnitt des oben charakterisirten ersten Fünftels. In der Mitte des Präparats erkennt man den mit Cylinderepithel ausgekleideten Centralkanal; von ihm senkrecht abwärts strebend sieht man die Raphe die Medianebene durchsetzen; lateralwärts vom Centralkanal gewahrt man beiderseits Gruppen kleiner Nervenzellen; ob diese in bestimmter und directer Beziehung stehen zu den aus dieser Gegend ausstrahlenden Nervenfasern, konnte nicht mit gehöriger Schärfe ermittelt werden. Die ganze grosse Masse, die den unteren Theil der Figur bildet, ist querdurchschnittene weisse Substanz, die im ganzen Centralorgane von Torpedo stets in der gleichen und identischen Weise wiederkehrt; es ist dieselbe

charakterisirt durch die unregelmässige Felderung, bewirkt durch Gefässe, die die Substanz nach jeder Richtung hin durchziehen. Es fehlen mir die Erfahrungen anzugeben, ob bei Knochenfischen ein ähnliches Verhalten der weissen Substanz vorliegt; bei Torpedo ist jedenfalls der Reichthum an Gefässen ein viel grösserer und ihre Anordnung eine viel typischere als bei den Säugethieren. Bei stärkerer Vergrösserung betrachtet, erscheint die weisse Substanz auf reinen Querschnitten, die senkrecht auf die longitudinale Axe des verlängerten Marks geführt werden, so, wie sie in Fig. 4 gezeichnet ist. Man sieht die Sonnenbildchen querdurchschnittener Nervenfasern in einzelne Bündel zusammengefasst und abgegränzt durch Scheidewände, von denen die gröberen von Blutgefässen, die feineren von bindegewebigen Zellen mit langen Ausläufern hergestellt werden, die durchaus den Deiters'schen Zellen der nervösen Centralorgane der Säugethiere, wie sie Boll[1]) näher beschrieben und abgebildet hat, ähneln und homolog mit diesen angesehen werden müssen. Die elektrischen Lappen, der obere Theil der Figur, haben auf diesem Querschnitt die Form eines Dreiecks, mit abgerundetem freien Winkel; der ganze elektrische Lappen ist mit Ausnahme der Stelle, wo er nur durch die Pia getrennt dem verlängerten Marke aufsitzt, von einem einschichtigen Cylinderepithel überzogen, das vollkommen dem Epithel gleicht, welches den Centralkanal umgiebt. Fig. 5 zeigt einige Ganglienzellen, die unmittelbar unter der Oberfläche des elektrischen Lappens liegen, und gewährt ein Bild des vollkommen gleichmässigen Epithelialüberzuges, wie man es an der ganzen Peripherie des Organes wiederfindet. Was den Inhalt des Lobus betrifft, so genüge es auf Max Schultze[2]) zu verweisen, dem in jedem Punkte beizustimmen ist. Bemerkt sei nur, dass auch mir in keinem der angefertigten unzähligen Querschnitte das Glück zu Theil wurde, dem Kern oder gar Kernkörperchen Axencylinder oder Primitivbrillen entspringen zu sehen.

1) Histologie u. Histogenese der nervösen Centralorgane. Berlin 1873. S. 10 u. Taf. I. Fig. 6–8.

2) Akademisches Programm. Bonn 1869.

Vergleicht man mit der eben beschriebenen Fig. 1 das Bild (Fig. 2), welches man von einem Querschnitt aus dem zweiten Theile (dem zweiten, dritten und vierten Fünftel) des Organs erhält, so sieht man eine bedeutende Veränderung der Configuration. Zunächst ist der Centralkanal verschwunden; die Raphe, welche die unter dem elektrischen Lappen gelegene Verbindung des Hirnstocks in zwei bilateral symmetrische Hälften theilt, beginnt unmittelbar am Grunde der medianen Fissur, welche zwischen den beiden elektrischen Lappen sich einsenkt; bemerkenswerth ist, dass während die Raphe im ersten Bilde nur an weisse Substanz gränzte, die keine Spur eingestreuter Nervenkörper enthielt, hier zu beiden Seiten eine einschichtige Reihe von Ganglienzellen vorkommt, die lateralwärts ihre Fortsätze erstrecken. Der verschwundene Centralkanal hat ebenso, wie er sich am menschlichen Hirnstock zum vierten Ventrikel erweitert, sich in die mediane Spalte fortgesetzt, die die beiden Lobi trennt, und sein Epithel überzieht in continuirlicher Fortsetzung die Oberfläche der olivenfarbigen Lappen. Der kritische Punkt, wo die Erweiterung des Centralkanals zu der die Lobi trennenden Fissur stattfindet, ist in Fig. 6 dargestellt. Man erkennt deutlich in den zu beiden Seiten der mit Epithel ausgekleideten Spalte liegenden Ganglienzellen dieselben Gruppen von Nervenkörpern wieder, welche in Fig. 1 unter dem geschlossenen Centralkanal sichtbar waren. Die weisse Substanz zeigt ausser den eben erwähnten, zu beiden Seiten der Raphe eingestreuten kleinen Nervenkörpern, kein von Fig. 1 verschiedenes Verhalten; hingegen sind die elektrischen Lappen aus der dreieckigen Form in die vierseitig abgerundete unter Vergrösserung ihres Flächeninhalts übergegangen. Was aber wesentlich diese Strecke charakterisirt, sind die starken, mit unbewaffnetem Auge wahrnehmbaren Stränge von Nervenfasern, die, aus den Ganglienzellen der Lobi entspringend, in schräg abwärts gerichtetem Verlauf das verlängerte Mark durchsetzen. Ich kenne aus dem Gebiet des Nervensystems innerhalb des ganzen Thierreichs keinen Ort, wo das fundamentale Factum der feineren Nervenanatomie, der Uebergang der Axencylinderfortsätze in die Nervenfasern so

evident und schlagend zu erweisen, so leicht und deutlich zu demonstriren wäre, wie in dem räthselhaften Organ dieses Wunderfisches. Fig. 7 giebt in etwas vergrössertem Maassstabe ein Bild dieses überaus lehrreichen Verhältnisses. Die grosse Zahl der auf der Zeichnung ursprungslos scheinenden Nervenfasern erklärt sich leicht aus dem zum geführten Querschnitt nicht immer parallelen Zuge der Nerven, die oft wellenförmig verlaufend höher oder tiefer gelegenen Zellen zustreben, ferner aus dem Umstande, dass die weiter entfernt in der Schnittebene entspringenden Nerven, um zum gemeinsamen Ausgange zu gelangen, sich zwischen den demselben näherliegenden Zellen durchwinden müssen. Von den auf Fig. 2 seitlich von den Wurzeln liegenden Centraltheilen weiss ich nichts Genaueres zu sagen: aus dem zu Gebote stehenden Material gelang es nicht eine befriedigende Kenntniss ihrer Structur und topographischen Verhältnisse zu gewinnen. Aufklärung dürfte erst zu erwarten sein, wenn das ganze Gebäude des Selachiergehirns durch Anfertigung successiver Querschnitte in seine Bestandtheile und zu durchsichtiger Klarheit aufgelöst sein wird.

In noch viel höherem Maasse gilt das eben Gesagte für Fig. 3, einen Querschnitt aus dem letzten Fünftel darstellend. Durch die seitliche Anlagerung weiterer Centraltheile erscheint das Bild etwas complicirter, im Uebrigen ist die Configuration dieselbe, wie in der vorhergehenden Zeichnung. In diesem durch den gezeichneten Querschnitt repräsentirten Stadium haben die Lobi den Höhepunkt ihrer Entwickelung erreicht; in der Folge nehmen die Ganglien rasch zu Gunsten der sich anlagernden Centraltheile ab; neue, unerklärbare Structuren verdrängen das schöne gleichförmige Bild der gewaltigen Zellen und machen die Wiedergabe durch die Zeichnung zur nutzlosen, unerquicklichen Arbeit.

Die obenstehenden Untersuchungen sind auf Veranlassung und Anregung meines Lehrers und Freundes, des Professors Franz Boll begonnen und ausgeführt worden, den ich im

Frühjahre des vergangenen Jahres nach Viareggio begleitete, und der auch in dem weiteren Verlauf der auf dem Berliner physiologischen Laboratorium geführten Untersuchung mich mit seinem Rathe zu unterstützen nicht aufgehört hat. Speciellen Dank bin ich ihm für die Ausführung der Zeichnung zu den Figurentafeln schuldig.

Hrn. Geheimrath du Bois-Reymond bin ich für die bei der Arbeit ertheilten Winke zu ganz besonderem Danke verpflichtet.

Berlin, den 20. Januar 1874.

Erklärung der Abbildungen.

Die römischen Zahlen zeigen die Nummern der Hartnack'schen Objective, die arabischen die der Oculare an.

Fig 1, IV, 2. Querschnitt aus dem ersten Fünftel der Lobi electrici und des verlängerten Marks.

Fig. 2, IV, 2. Querschnitt aus dem dritten Fünftel.

Fig. 3, IV, 2. „ „ „ letzten Fünftel.

Fig. 4, VII, 3. Ein Stück querdurchschnittener weisser Substanz.

Fig. 5, VII, 2. Vier direct unter der peripherischen Oberfläche des Lobus electr. gelegene Ganglienzellen.

Fig. 6, V, 3. Centralkanal bei seiner Erweiterung zu der die Lobi trennenden Spalte.

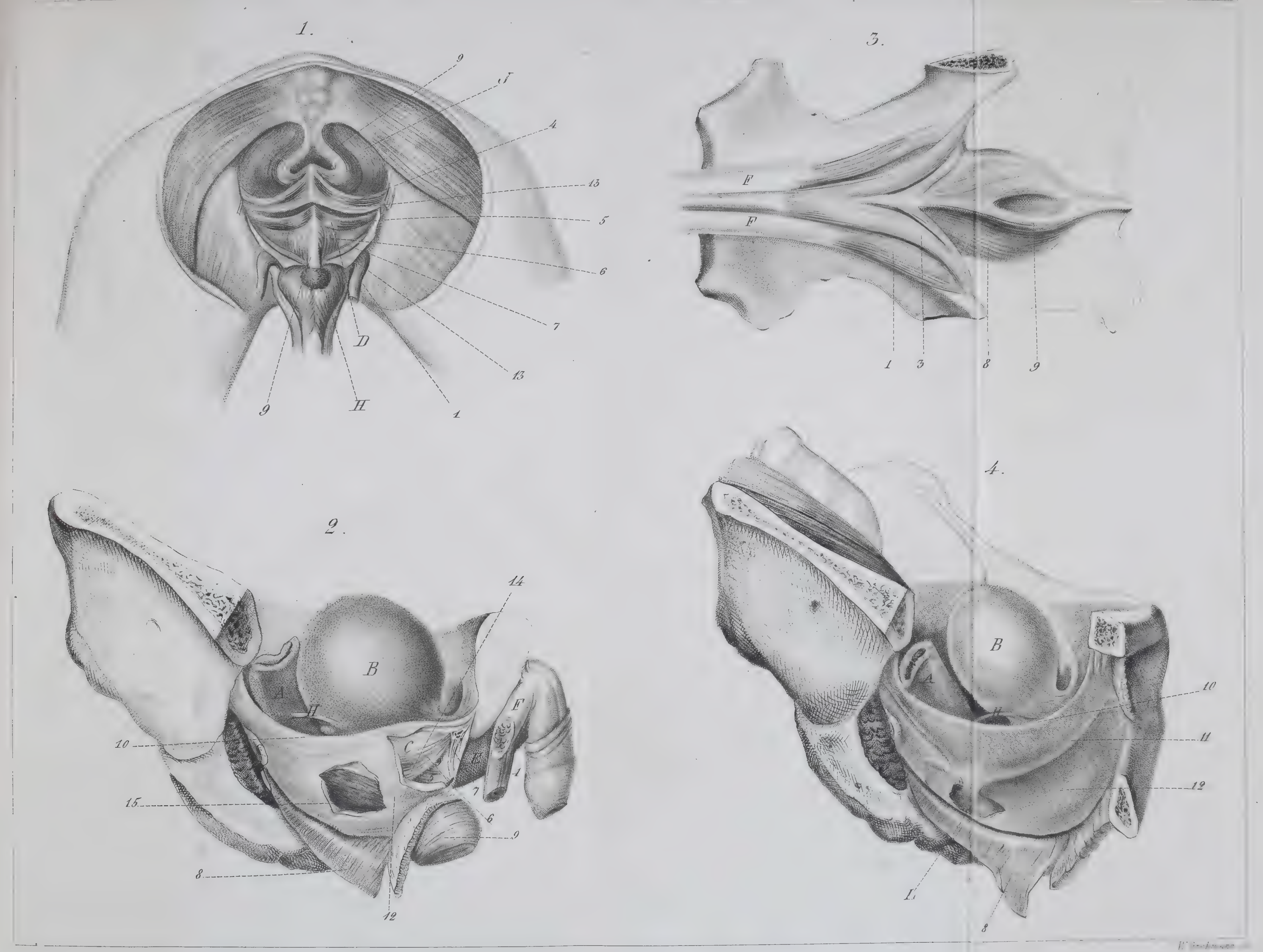
Fig. 7, VIII, 3. Gangliengruppe aus dem Lob. electr.

Druckfehlerberichtigung.

S. 30. liess Kobell statt Rollet.

S. 71. liess Beraud statt Berand.

Druck von Gebr. Unger (Th. Grimm) in Berlin, Schönebergerstr. 17a.


1.
9
J
4
13
5
6
7
13
1
H
9
D
3.
F
F
1
3
8
9
2.
14
B
A
H
F
C
E
1
7
6
9
10
15
8
12
4.
B
A
H
10
11
12
L
8



1.



2.

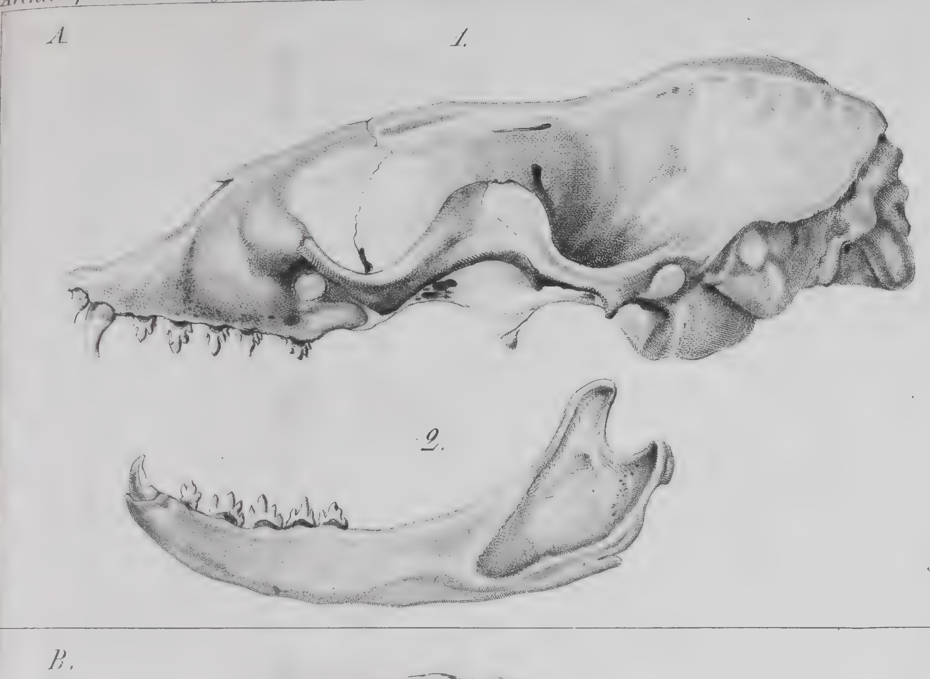


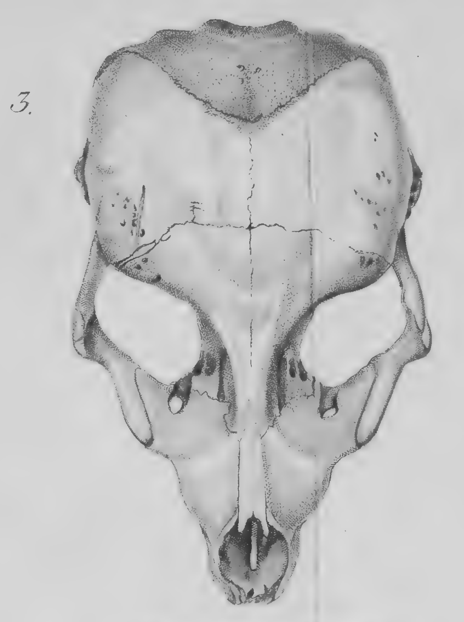
3/5

St. Wreński del. W. Grohmann sc.

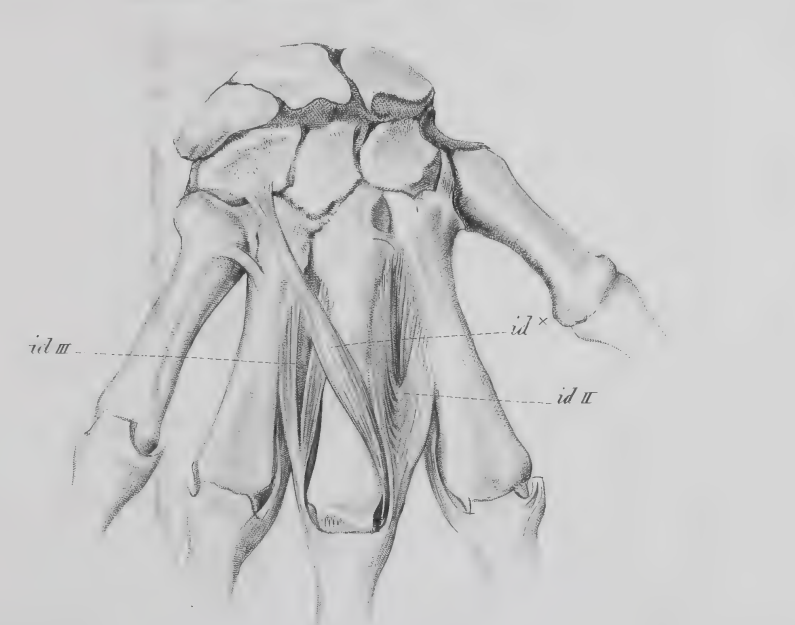


A.





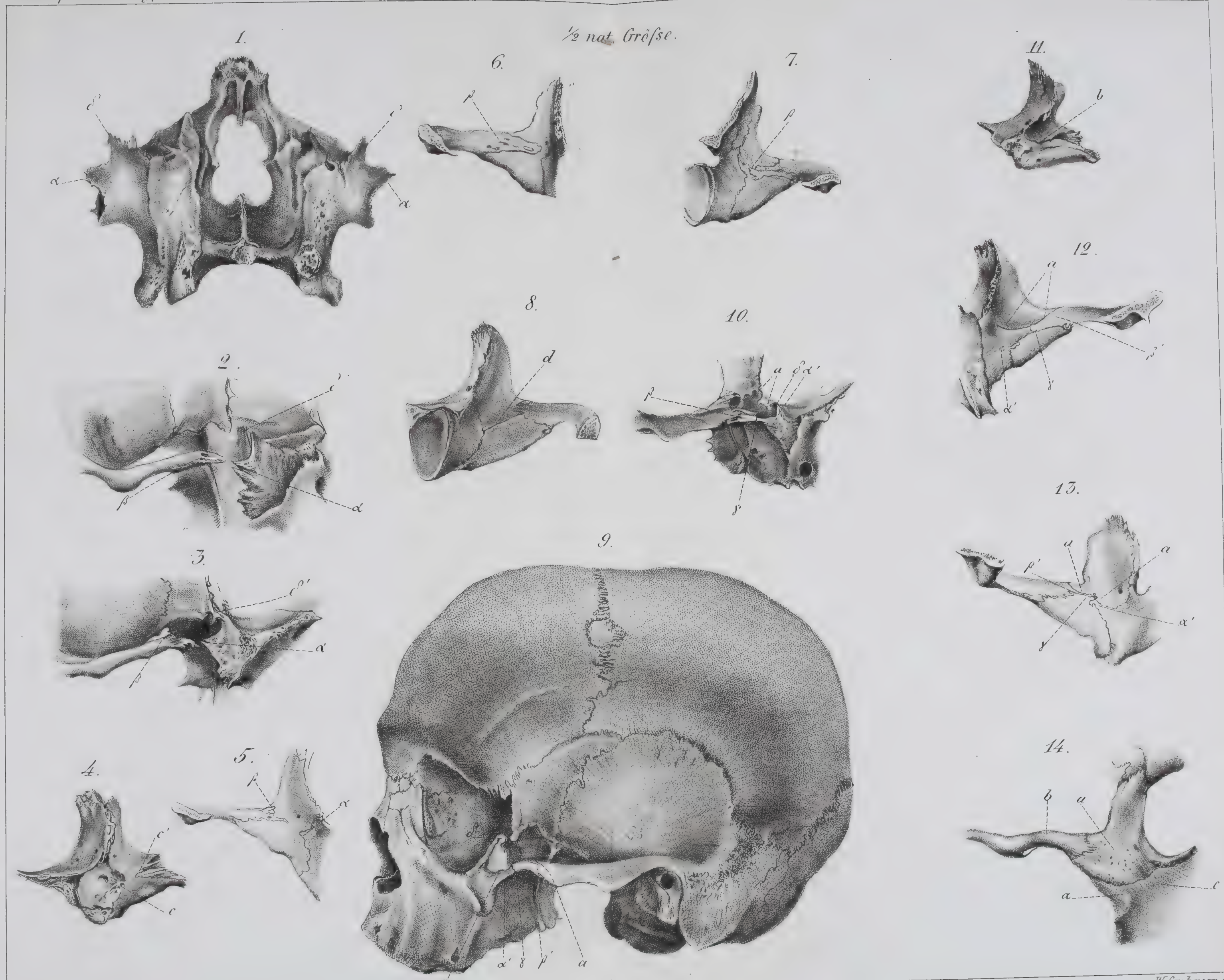
B.





St. Wroński del. W. Grohmann sc.





Ofrossimoff del.

W. Grohmann sc.



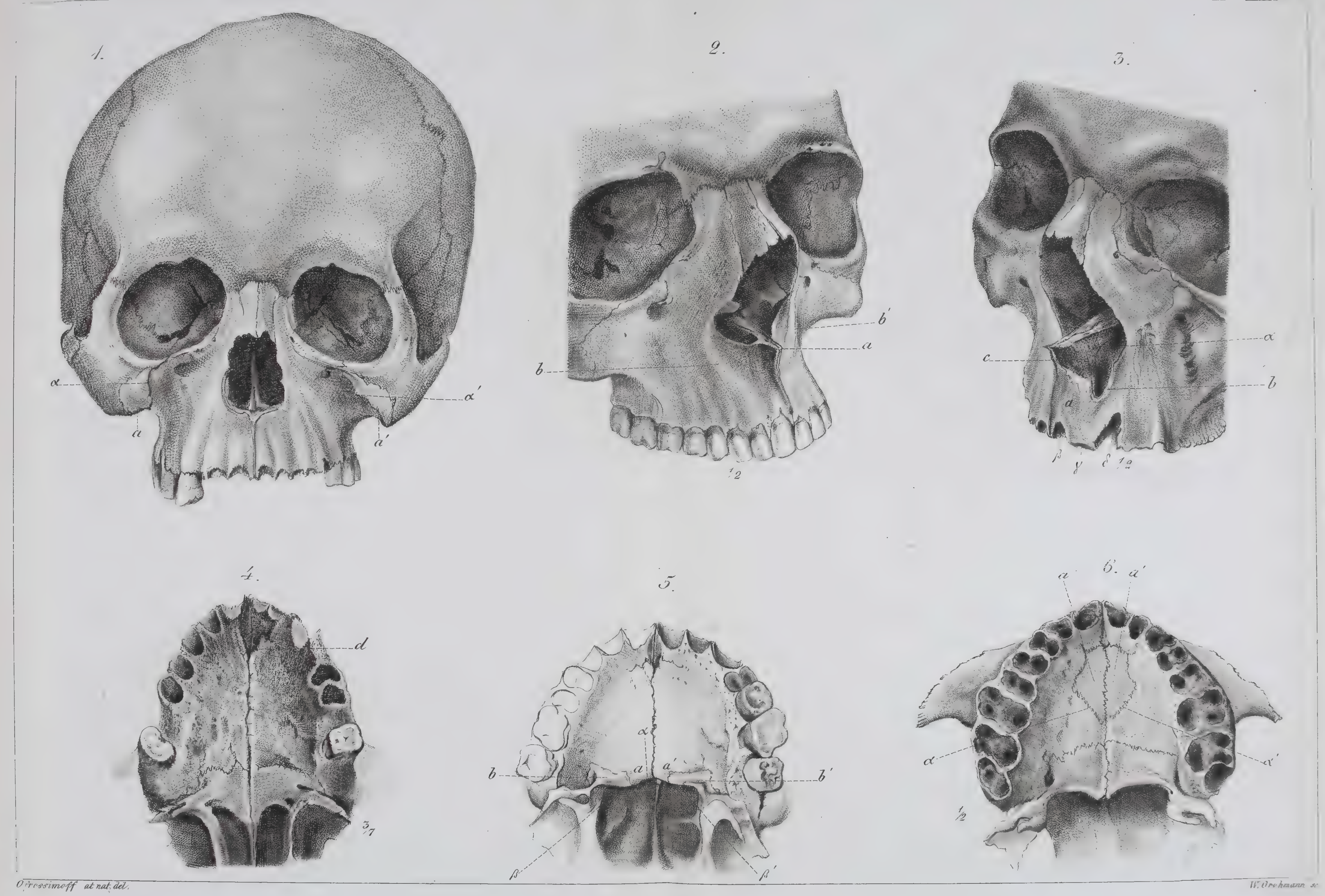

1.
α
α'
a
a'
2.
b'
a
b
1/2
3.
α
c
b
a
β
γ
δ
1/2
4.
d
3/7
5.
α
a
a'
b
b'
β
β'
6.
a
a'
α
α'
1/2



Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 15.

Fig. 16.

Fig. 17.

Fig. 18.

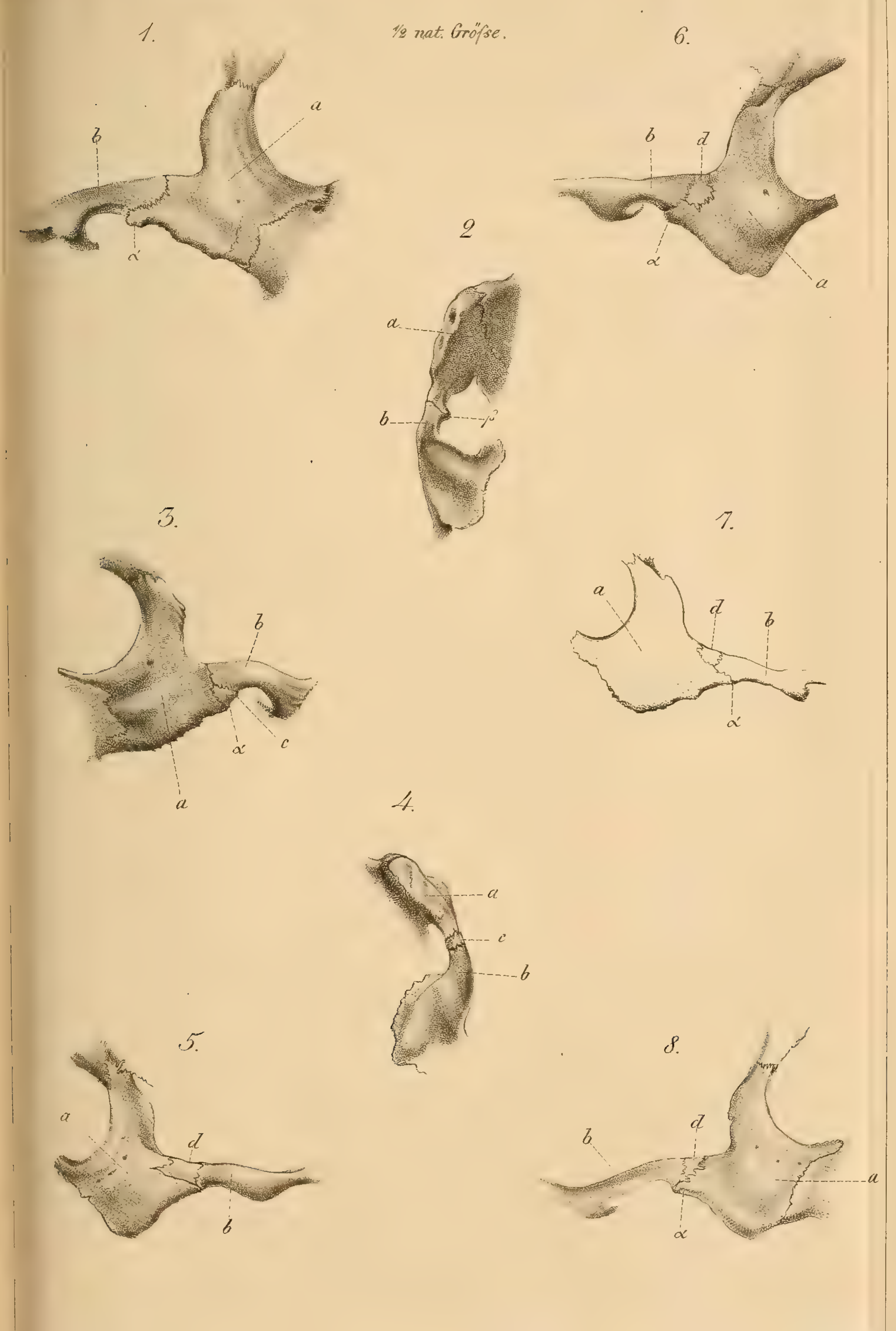
H. Munk del.

Lith. von Lau



H. Burmeister del.

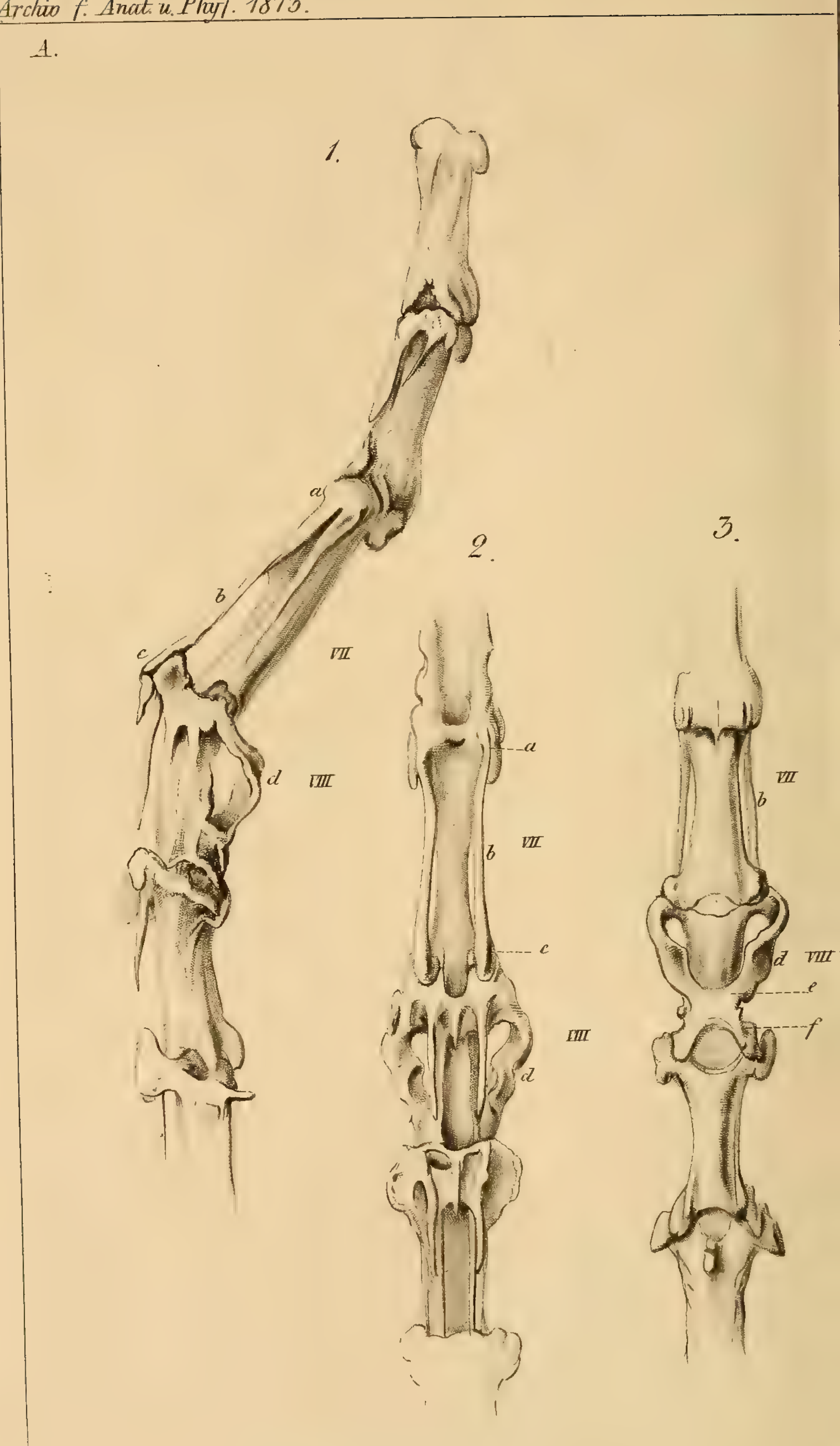




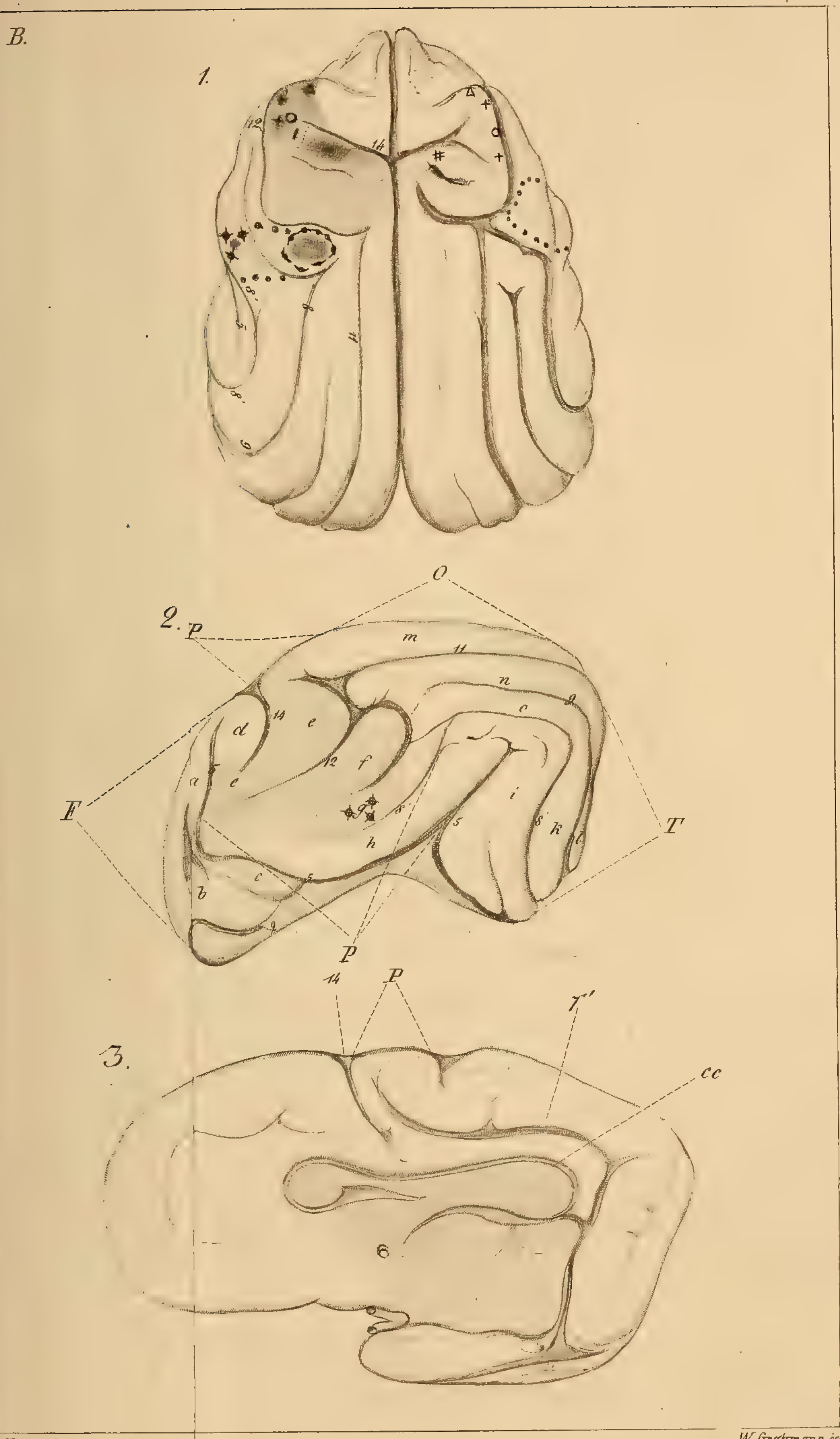
Ufressimoff del. W. Grohmann sc.




1/2 nat. Größe.
1.
4.
7.
10.
13.
2.
5.
8.
11.
14.
3.
6.
9.
12.
15.

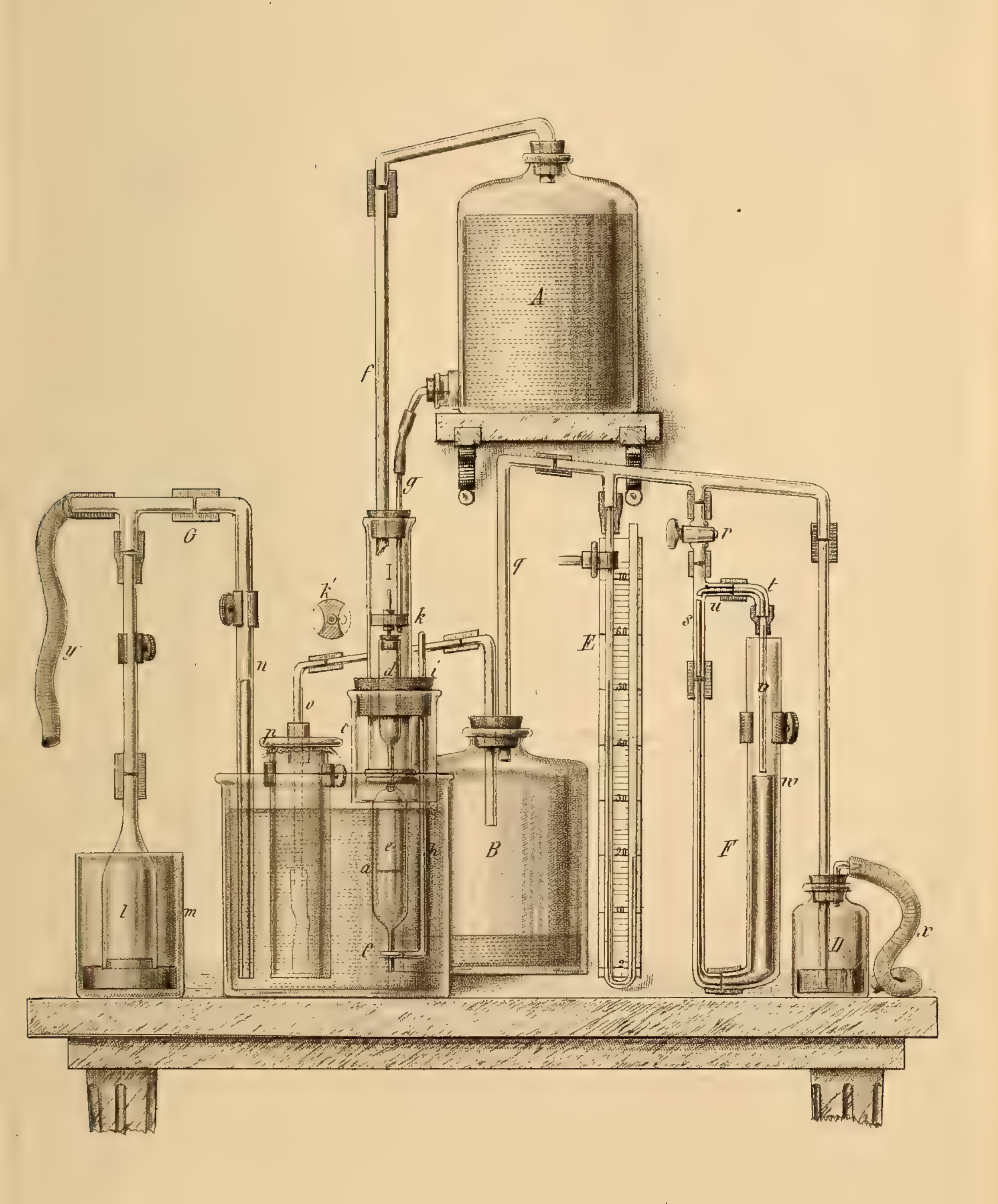


Doenitz del.

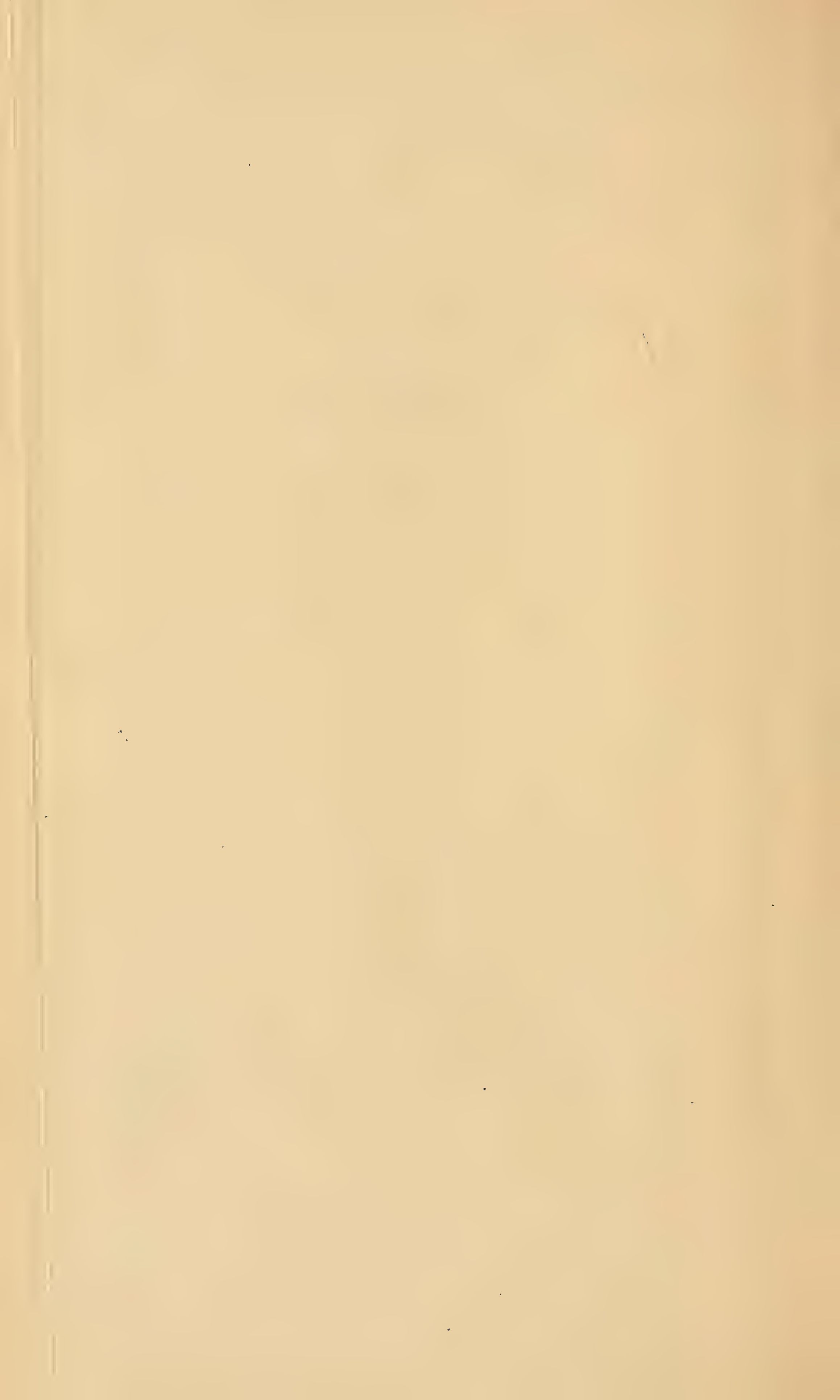


E. Hitzig del.

W. Grotmann sc.



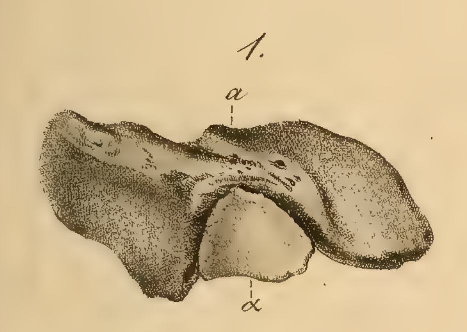
W. Grohmann sc.



W. Grohmann sc.



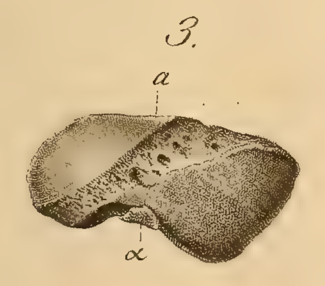
1.



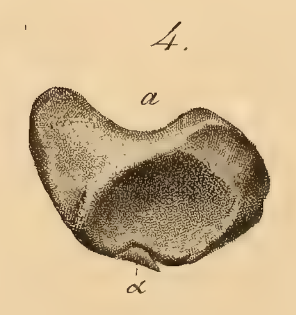
2.



3.

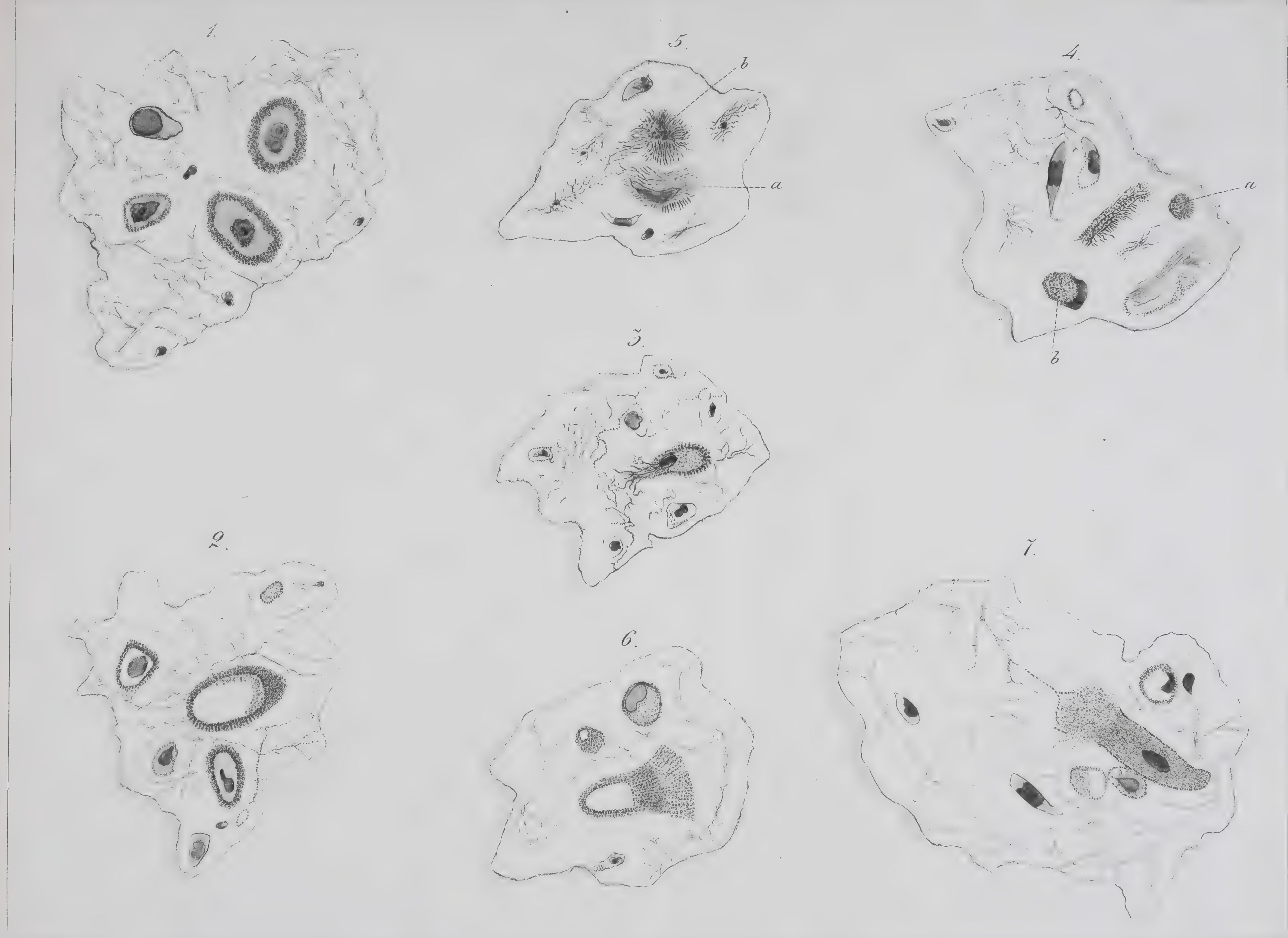


4.



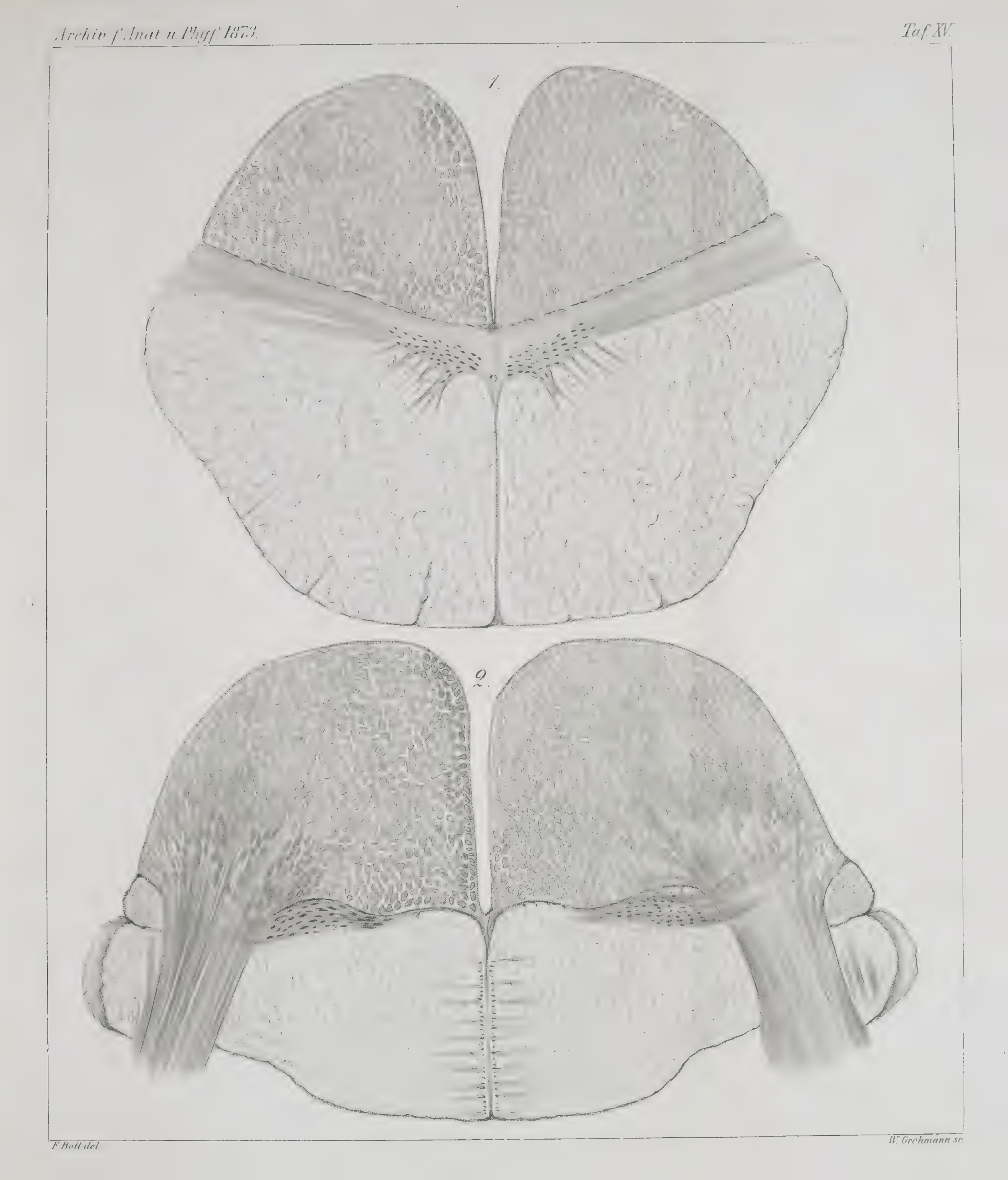
Gfrossimoff del. W. Grohmann sc





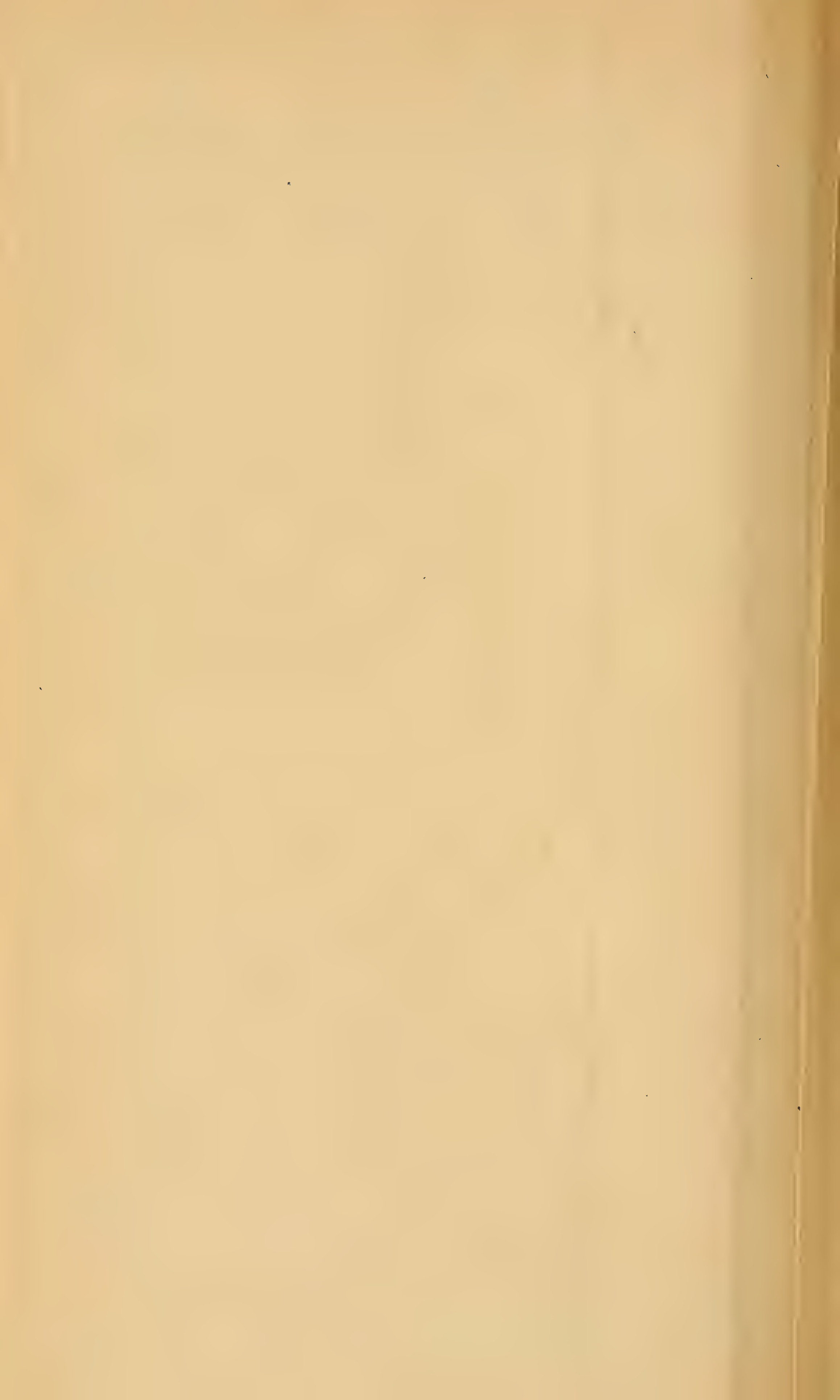
R. Deutschmann del. W. Grohmann sc.




Archiv f. Anat. u. Phys. 1873.
Taf. XV.
1.
2.
F. Boll del.
W. Grohmann sc.



3.
7.
4.
6.
5.



LITERARISCHER ANZEIGER

zu

Reichert und du Bois-Reymond's Archiv.

1873. No. 2.

Verlag von **Veit & Comp.** in Leipzig.

Soeben erschien und ist in allen Buchhandlungen vorräthig:

Ueber die Grenzen des Naturerkennens.

Ein Vortrag

in der

zweiten öffentlichen Sitzung der 45. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Leipzig

am 14. August 1872

gehalten von

Emil du Bois-Reymond.

Dritte Auflage.

gr. 8. Elegant geheftet. Preis 12 Sgr.

Verlag von **Friedrich Vieweg & Sohn** in Braunschweig.

(Zu beziehen durch jede Buchhandlung.)

Handbuch

der

systematischen Anatomie des Menschen.

Von Dr. **J. Henle.**

In drei Bänden. Mit zahlreichen mehrfarbigen in den Text eingedruckten Holzstichen. Royal 8. geh. Zweiter Band: **Eingeweidelehre.** Zweite Auflage. Erste Liefrg. Preis 3 Thlr.

Verlag von **Veit & Comp.** in Leipzig.

Für praktische Aerzte und Studirende. 

Soeben erschien und ist durch jede Buchhandlung zu beziehen:

Lehrbuch der praktischen Medicin.

Mit besonderer Rücksicht auf

Pathologische Anatomie und Histologie

von

Dr. C. F. Kunze,

prakt. Arzt in Halle a/S.

Gross Octav. Zwei Bände. 1428 S.

Zweite mehrfach veränderte Auflage. 

Geh. Preis 8 Thlr. Gebunden in ganz Leinwand 8 Thlr. 20 Sgr.

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.

LITERARISCHER ANZEIGER

zu

Reichert und du Bois-Reymond's Archiv.

1873. No. 3.

Verlag von **Friedrich Vieweg & Sohn** in **Braunschweig.**

(Zu beziehen durch jede Buchhandlung.)

Ophthalmiatrik.

Nach den neuesten Forschungen für das Studium und die Praxis bearbeitet von

Carl Hermann Schauenburg,

Dr. der Medicin und Chirurgie in Quedlinburg.

Sechste Auflage.

Mit 41 in den Text gedruckten Holzstichen.

gr. 8. geh. Preis 2 Thlr. 10 Sgr.

 Für praktische Aerzte und Studirende! 

Verlag von Veit & Comp. in Leipzig.

Soeben erschien und ist durch jede Buchhandlung zu beziehen:

Lehrbuch der praktischen Medicin.

Mit besonderer Rücksicht

auf

Pathologische Anatomie und Histologie

von

Dr. **C. F. Kunze,**

prakt. Arzt in Halle a/S.

Zweite mehrfach veränderte Auflage.

2 Bände. Gross Octav. 1428 S.

Preis geheftet 8 Thlr., gebunden in ganz Leinwand 8 Thlr. 20 Sgr.

S. Calvary & Co., 48 Französische Strasse, Berlin,

kaufen ganze Folgen, sowie einzelne Serien, Bände und Hefte der beiden Zeitschriften:

Archiv für vergleichende Anatomie und Physiologie,

Archiv für pathologische Anatomie.

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.

1873. No. 1.

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE, PHYSIOLOGIE

UND

WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. CARL BOGISLAUS REICHERT

PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

UND

Dr. EMIL DU BOIS-REYMOND

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S, J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1873.

Bogen 1—9. Tafel I., II., III. A. u. III. B.

HEFT I.



LEIPZIG.

VERLAG VON VEIT ET COMP.

Ausgegeben im Juli 1873.

Inhalt des ersten Heftes.

Beiträge können an jeden der beiden Herausgeber oder auch an die Verlagshandlung eingesendet werden.

Es wird dringend gewünscht, dass etwaige Zeichnungen auf von dem Manuscripte getrennten Blättern eingeschickt werden.

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Beiträgen 25 Extra-Abdrücke frei. Sie werden gebeten, sich gleichzeitig mit Einsendung des Manuscripts darüber zu erklären, ob sie Extra-Abdrücke verlangen, die ihnen zur Zeit durch die Verlagshandlung zugehen werden.

1873. No. 2.

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE, PHYSIOLOGIE

UND

WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. CARL BOGISLAUS REICHERT

PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

UND

DR. EMIL DU BOIS-REYMOND

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S, J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1873.

Bogen 10—16. Tafel IV., V. u. VI.

HEFT II.



LEIPZIG.

VERLAG VON VEIT ET COMP.

Ausgegeben im September 1873.

Inhalt des zweiten Heftes.

Beiträge können an jeden der beiden Herausgeber oder auch an die Verlagshandlung eingesendet werden.

Es wird dringend gewünscht, dass etwaige Zeichnungen auf von dem Manuscripte getrennten Blättern eingeschickt werden.

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Beiträgen 25 Extra-Abdrücke frei. Sie werden gebeten, sich gleichzeitig mit Einsendung des Manuscripts darüber zu erklären, ob sie Extra-Abdrücke verlangen, die ihnen zur Zeit durch die Verlagshandlung zugehen werden.

1873. No. 3. u. 4.

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE, PHYSIOLOGIE

UND

WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. CARL BOGISLAUS REICHERT

PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

UND

Dr. EMIL DU BOIS-REYMOND

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S, J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1873.

Bogen 17—32. Tafel VI., VII., VIII., IX. A. u. B., X.

HEFT III. u. IV.

u. N. 5.



LEIPZIG.

VERLAG von VEIT ET COMP.

Ausgegeben im Januar 1874.

Inhalt des dritten und vierten Heftes.

Beiträge können an jeden der beiden Herausgeber oder auch an die Verlagshandlung eingesendet werden.

Es wird dringend gewünscht, dass etwaige Zeichnungen auf von dem Manuscripte getrennten Blättern eingeschickt werden.

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Beiträgen 25 Extra-Abdrücke frei. Sie werden gebeten, sich gleichzeitig mit Einsendung des Manuscripts darüber zu erklären, ob sie Extra-Abdrücke verlangen, die ihnen zur Zeit durch die Verlagshandlung zugehen werden.

1873. No. 5.

ARCHIV
FÜR
ANATOMIE, PHYSIOLOGIE
UND
WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. CARL BOGISLAUS REICHERT
PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

UND

Dr. EMIL DU BOIS-REYMOND
PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S, J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1873.
Bogen 33—40. Tafel XI.
HEFT V.



LEIPZIG.
VERLAG VON VEIT ET COMP.

Ausgegeben im März 1874.

Inhalt des fünften Heftes.

Beiträge können an jeden der beiden Herausgeber oder auch an die Verlagshandlung eingesendet werden.

Es wird dringend gewünscht, dass etwaige Zeichnungen auf von dem Manuscripte getrennten Blättern eingeschickt werden.

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Beiträgen 25 Extra-Abdrücke frei. Sie werden gebeten, sich gleichzeitig mit Einsendung des Manuscripts darüber zu erklären, ob sie Extra-Abdrücke verlangen, die ihnen zur Zeit durch die Verlagshandlung zugehen werden.

1873. No. 6.

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE, PHYSIOLOGIE

UND

WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. CARL BOGISLAUS REICHERT
PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

UND

DR. EMIL DU BOIS-REYMOND
PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S, J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1873.

Bogen 41—48. Tafel XII., XIII., XIV., XV. u. XVI.

HEFT VI.



LEIPZIG.

VERLAG VON VEIT ET COMP.

Ausgegeben im Mai 1874.

Inhalt des sechsten Heftes.

Beiträge können an jeden der beiden Herausgeber oder auch an die Verlagshandlung eingesendet werden.

Es wird dringend gewünscht, dass etwaige Zeichnungen auf von dem Manuscripte getrennten Blättern eingeschickt werden.

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Beiträgen 25 Extra-Abdrücke frei. Sie werden gebeten, sich gleichzeitig mit Einsendung des Manuscripts darüber zu erklären, ob sie Extra-Abdrücke verlangen, die ihnen zur Zeit durch die Verlagshandlung zugehen werden.



